

---

# HEIJASTAVAT KATTEET OMENANVILJELYSSÄ



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalous

Lepaa, Kevät 2013

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jonna Hirvikoski", written on a light-colored rectangular background.

Jonna Hirvikoski

---

LEPAA  
Puutarhatalouden koulutus ohjelma  
Puutarhakasvien avomaatuotanto

---

<b>Tekijä</b>	Jonna Hirvikoski	<b>Vuosi</b> 2013
<b>Työn nimi</b>	Heijastavat katteet omenanviljelyssä	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää heijastavan Extenday<sup>TM</sup>-katteen vaikutuksia Gala-, Honeycrisp- ja Granny Smith -lajikkeilla. Valoa heijastavien katteiden avulla pyritään parantamaan valo-oloja puiden latvuksissa ja näin parantamaan muun muassa hedelmien laatua ja sadon määrää. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto.

Kokeet suoritettiin vuonna 2010 yhdysvaltalaisissa omenatarhoissa Washingtonin osavaltiossa. Uusiseelantilainen Extenday<sup>TM</sup>-kate on valkoista, kudottua polyeteeniä. Kokeissa tutkittiin neljää heijastavuudeltaan erilaista katetta, jotka levitettiin riviväleihin kukinnan aikaan ja otettiin pois sadonkorjuun jälkeen. Tarkastelun kohteina olivat sadon määrä, hedelmien koko, kiinteys, liukoinen kuiva-ainepitoisuus, happoisuus, värittyminen sekä korkkiuman esiintyminen.

Extenday<sup>TM</sup>-katteiden huomattavin vaikutus oli sadon lisääntyminen Honeycrisp- ja Granny Smith -lajikkeilla. Näillä kahdella hedelmien kiinteys laski, mikä viittasi sadon kypsymisen aikaistumiseen. Gala-lajikkeen hedelmät värittyivät tasaisemmin, jolloin ensimmäisellä sadonkorjuukerralla voitiin kerätä suurempi osuus kokonaissadon määrästä. Hedelmien happoisuudesta ja makeudesta saadut tulokset vaihtelivat lajikkeittain. Honeycrisp-omenalla korkkiuman määrä väheni hieman.

Heijastavien katteiden vaikutusten tutkiminen Suomessa olisi mielenkiintoista ja mahdollisesti suomalaista hedelmänviljelyä edistävää. Se olisi hyvä aihe esimerkiksi opinnäytetyölle. Kokeissa huomiota tulisi kiinnittää etenkin sadon määrään ja varastointikestävyyteen sekä hedelmien väritymiseen ja sadon kypsymisen aikaistumiseen Suomen lyhyen kasvukauden takia.

**Avainsanat** Heijastavat katteet, omena, laatu

**Sivut** 32 s. + liitteet 1 s.

LEPAA  
Degree Programme in Horticulture

---

<b>Author</b>	Jonna Hirvikoski	<b>Year</b> 2013
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Reflective Mulches in Growing Apples	

---

ABSTRACT

The objectives of the thesis were to study the effects of a reflective mulch called Extenday™ on 'Gala', 'Honeycrisp' and 'Granny Smith' apples. The purpose of light reflecting mulches is to improve light conditions in the tree canopy and thus increase yield and fruit quality for example. The commissioner of the thesis was Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto.

The trials were carried out in 2010 located in orchards in Washington State, USA. The Extenday™ mulch is originally from New Zealand and is made of white woven polyethylene. Four different mulches with different reflectivities were studied in the trials. Mulches were laid out at bloom and removed after harvest. In this study the subjects of the review were yield, fruit size, firmness, soluble solids content, acidity, coloration and russet occurrence.

The Extenday™ mulch improved yields of 'Honeycrisp' and 'Granny Smith' apples which was the most significant effect in this study. With these two varieties fruit firmness was reduced which indicates of an earlier ripening of the crop. With 'Gala' fruit coloration occurred more evenly so that more apples could be picked in the first harvest. The acidity and sweetness of the fruits varied with the varieties. Russet occurrence was slightly reduced in 'Honeycrisp' apples.

The study of reflective mulches in Finland would be interesting and Finnish fruit growing could also benefit from such studies. This would be a good topic for a thesis in Finland for example. The objects of interest should especially be yield and storability and also fruit coloration and advanced maturity because of the short growing season in Finland.

**Keywords** Reflective mulches, apple, quality

**Pages** 32 p. + appendices 1 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	HEDELMÄTARHAN VALO-OLOT.....	2
2.1	Valon ominaisuuksia.....	2
2.2	Valon aallonpituuksien vaikutuksia hedelmäpuissa.....	3
2.3	Valon vaikutus sokereiden laatuun ja liikkumiseen kasvissa.....	4
2.4	Valon vaikutus hedelmäpuun vegetatiiviseen ja generatiiviseen kasvuun.....	5
2.5	Valon määrään vaikuttavia tekijöitä.....	6
2.6	Hedelmätarhoissa käytettyjä valoa heijastavia katteita.....	6
3	HEIJASTAVIEN KATTEIDEN VAIKUTUKSIA.....	8
3.1	Hedelmän väritys ja sadon ajoittuminen.....	8
3.2	Puun kantokyky.....	9
3.3	Hedelmän maku, kiinteys sekä varastointikestävyys.....	10
3.4	Katteiden levityksen ajoitus ja käytön ongelmat.....	12
4	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	13
4.1	Omenalajikkeet ja perusrungot.....	13
4.2	Koe 1 Gala-lajikkeella.....	14
4.3	Koe 2 Honeycrisp-lajikkeella.....	16
4.4	Koe 3 Granny Smith -lajikkeella.....	16
4.5	Mittaukset, havainnot ja tilastollinen käsittely.....	17
5	TULOKSET.....	19
5.1	Koe 1 'Gala'.....	19
5.2	Koe 2 'Honeycrisp'.....	22
5.3	Koe 3 'Granny Smith'.....	24
5.4	Tulosten tarkastelu.....	26
6	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET.....	30

Liite 1 Kartat koejärjestelyistä

## 1 JOHDANTO

Taloudellisesti kannattavan hedelmäntuotannon edellytyksenä on laatuvaatimukset täyttävä suuri sato (Castillo, Hanrahan, McFerson & Schmidt n.d., 1). Esimerkiksi Yhdysvalloissa kiinnitetään paljon huomiota punaisten lajikkeiden väritymiseen, sillä laatuvaatimukset ovat tiukentuneet ja punaisemmista hedelmistä saadaan parempi tuotto. (Gurnsey & Lawes 1999)

Hyvät valo-olosuhteet hedelmätarhassa edistävät kukkasilmujen erilaistumista, fotosynteesin hyötysuhdetta, hiilen jakautumista puussa sekä hedelmän laatutekijöitä, kuten väritymistä, liukoista kuiva-ainepitoisuutta ja kiinteyttä (Grappadelli 2003, 203).

Valoa heijastavilla Extenday™-katteilla pyritään vaikuttamaan omenan hedelmien laatutekijöihin. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Extenday™-katteiden vaikutuksia kolmen eri omenalajikkeen satoon, hedelmän kokoon, väriin, makuun ja kiinteyteen. Katteiden toimivuutta hedelmätarhoissa haluttiin myös testata lisää ja tuoda katteiden hyviä ominaisuuksia viljelijöiden tietoon.

Kokeiden suunnittelusta ja toteutuksesta vastasi Washington Tree Fruit Research Commission kansainvälisten harjoittelijoiden avustuksella. Washington Tree Fruit Research Commissioniin viitataan tästä eteenpäin WTFRC lyhenteellä kirjoittamisen ja lukemisen helpottamiseksi. WTFRC on valtion tukema hedelmänviljelyn tutkimista tekevä ja edistävä laitos, jonka pääosin rahoittavat yksityiset viljelijät ja yritykset tilaamalla sieltä tutkimuksia. WTFRC on yhteistyössä myös Washingtonin osavaltion yliopiston kanssa.

Osana opinnäytetyötäni pyrin selvittämään heijastavien katemateriaalien mahdollisuuksia hedelmätarhoissa sekä herätellä mielenkiintoa niiden kokeiluun Suomessa. Aihe on saanut vähän huomiota suomalaisessa hedelmänviljelyssä ja siksi tutkimuskohteena mielenkiintoinen.

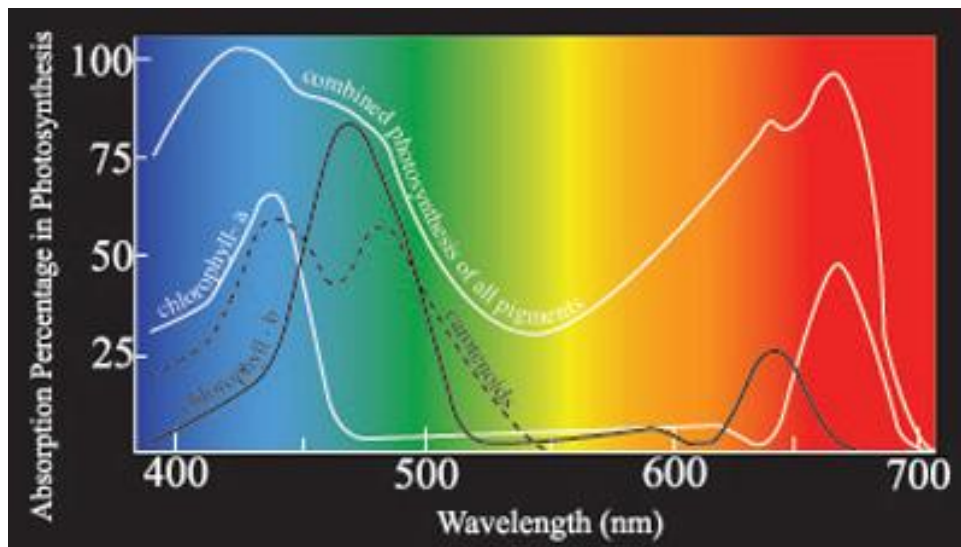
## 2 HEDELMÄTARHAN VALO-OLOT

Valo on kasvutekijä, jota ilman vihreät kasvit eivät voi säilyä elinvoimaisina. Auringonsäteilystä kasvi saa energiaa yhteyttämiseen, jossa valoenergia muuntuu kemialliseksi energiaksi varastoitavaan muotoon. (Pankakoski 2006, 69.) Valo vaikuttaa myös kukintainduktioon ja hedelmän ominaisuuksiin, kuten värin muodostumiseen punaisissa hedelmissä. Varjoisemmissa kohdissa kukkasilmujen kehitys jää vajavaiseksi. (Saario 2007, 22)

Hedelmätarhoissa, joissa puut ovat istutetut tiheään, parhaiten valoa pystyy hyödyntämään noin kaksi kolmasosaa puusta. Puiden varjoisessa alaosassa kasvavien hedelmien sokeripitoisuus jää helposti alhaisemmaksi kuin valossa kasvavien. Punertavat lajikkeet myös värittyvät vähemmän. Alhaalla kasvavien hedelmien todennäköisyys saada käyttökelpoista valoa on pienempi kuin latvuksen yläosissa kasvavien hedelmien, missä puu ei vielä varjosta itseään. (Gardner n.d.)

### 2.1 Valon ominaisuuksia

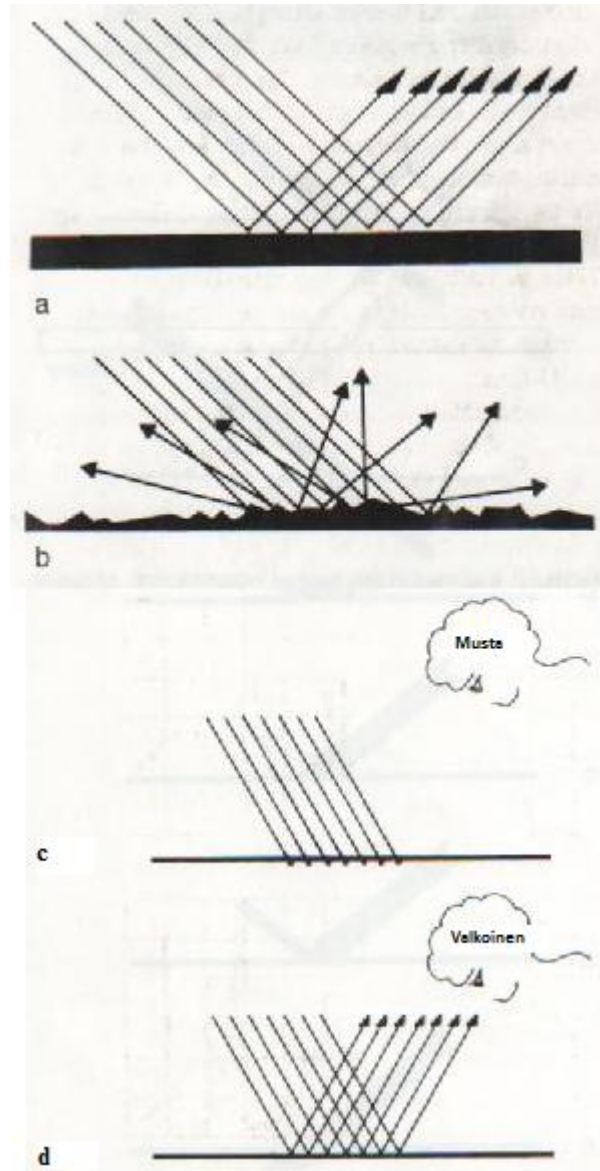
Sähkömagneettisen säteilyn yhtenä lajina on optinen säteily, jossa säteilyn aallonpituudet ovat 100 nm ja 1 mm välillä. Tämän lähteenä on auringon valo ja se jakautuu UV-valoon, näkyvään valoon (Kuva 1) sekä infrapunasäteilyyn, joka on lämpösäteilyä. Säteily on sitä suurenergisempää, mitä lyhytaaltoisempaa se on. (Ilmatieteenlaitos n.d.)



Kuva 1. Näkyvän valon aallonpituudet ja valon imeytyminen lehtivihreään fotosynteesissä eri aallonpituuksilla. (Hydroponic growing systems n.d.)

Valonsäteen osuessa pinnalle se joko imeytyy siihen, heijastuu siitä tai kulkee sen läpi. Nämä tapahtumat voivat olla myös rinnakkaisia. Valonsäteiden heijastuskulma on yhtä suuri kuin sen tulokulma. Pinnan muoto ja laatu vaikuttavat heijastuvien säteiden suuntaan. Sileästä pinnasta valonsäteet suuntaheijastuvat eli ne jatkavat samansuuntaisesti matkaansa, mutta rosoisesta pinnasta valonsäteet hajaheijastuvat ja jatkavat eri suuntiin kulkuansa (Kuva 2). Pinnan heijastaessa kaikki

valonsäteet, eli spektrijakauman kaikkien värien heijastuessa takaisinpäin, aistitaan pinta valkoisena. Kun taas kaikki valonsäteet imeytyvät pintaan, aistitaan se mustana. (Rihlama 1997, 15, 18.)



Kuva 2. a) Valon heijastuminen sileältä pinnalta, b) valon heijastuminen rosoiselta pinnalta, c) kaikki valonsäteet imeytyvät, aistitaan mustana, d) kaikki valonsäteet heijastuvat, aistitaan valkoisena. (Rihlama 1997, 15, 18.)

### 2.2 Valon aallonpituuksien vaikutuksia hedelmäpuissa

Valo on yksi tärkeimmistä tekijöistä biomassan tuotannossa, sillä se antaa energiaa yhteyttämiseen. Yhteyttämiseen vaikuttaa valoenergian lisäksi myös valon säteilykoostumus. Sen saa aikaan valon aallonpituudet 400–700 nanometrissä eli näkyvän valon alueella. Tätä näkyvän valon aluetta sanotaan myös fotosynteettisesti aktiiviseksi säteilyksi (PAR-valo), sillä

tällä alueella on se valosäteily, joka imeytyy lehtivihreään kasvin yhteyttäessä. Tehokkaimmin kasvien lehtivihreään imeytyvät valon aallonpituudet 430 ja 660 nanometrissä sinisen ja helakanpunaisen säteilyn alueella (Kuva 1). Näiden kahden välissä olevaa vihreää säteilyä imeytyy hyvin vähän. Vihreän valon aallonpituus joko heijastuu kasvin pinnasta tai läpäisee lehden, mikä antaa lehtien vihreänä aistittavan värin. (Grappadelli 2003, 195–196; Pankakoski 2006, 93.)

Antosyaanit kuuluvat kasvien väriaineisiin ja ovat sävyltään punaisen ja sinisen värisiä. Monet punertavat hedelmät ja kukat saavat värinsä antosyaanin vaikutuksesta. Antosyaanin muodostuminen kasvissa vaatii auringonvaloa. Tähän tarvitaan voimakasta valosäteilyä näkyvän ja lähes näkyvän valon alueella (290–750 nm). Fytokromi, joka on väriaine, toimii antosyaanin muodostuksessa, vaikka altistus valolle olisi lyhytaikaista. Tällöin antosyaanin muodostuminen on kuitenkin vähäistä. Antosyaanin muodostumiseen vaikuttaa myös muun muassa kylmyys. Siksi esimerkiksi myöhäisillä omenalajikkeilla hedelmän värittyminen tapahtuu valon ja viileiden lämpötilojen yhteistuloksena. (Gardner n.d.; Mancinelli 1985, 108; Pankakoski 2006, 15–16, 130)

Fytokromit ovat punaisen valosäteilyn lyhyen ( $P_{660}$ ) ja pitkän ( $P_{730}$ ) aallonpituuden reseptoreita. Niihin imeytyy myös sinistä valonaallonpituutta sekä UV-A säteilyä. Ne vaikuttavat esimerkiksi kasvin morfologiaan ja perimän ilmiäsuun. Pimeydessä fytokromi ajautuu sytosoliin eli soluliman nestemäiseen osaan, ja valossa tumaan. Tumassa fytokromi osallistuu geenien muotoiluun. Se vaikuttaa moniin eri kasvin toimintoihin aktivoituessaan valosta. Se muun muassa hillitsee varren pituuskasvua ja edistää lehden jakautumista. Satoikäisissä kasveissa fytokromi ohjaa kukkien muodostumista. (Childers & Folta 2008, 1958; Pankakoski 2006, 130.)

Lehdet suodattavat tehokkaasti punaista, sinistä ja vihreää valoa, jolloin vallitsevat valon aallonpituudet latvuksen sisässä pitenevät. Varjossa kasvavien kasvien varret ja lehtiruodit pitenevät, sillä ne pyrkivät valon ulottuville. Kasvi kilpailee valosta ja pitenemisen tarkoituksena on yltää naapurikasvia korkeammalle, parempiin valo-oloihin. (Childers & Folta 2008, 1958.)

### 2.3 Valon vaikutus sokereiden laatuun ja liikkumiseen kasvissa

Hiili on yksi tärkeimmistä alkuaineista kasvissa. Sitä syntyy ilman hiilidioksidista fotosynteesissä, joka saa energiansa valosta. Kasvin kuivapainosta liki puolet on hiiltä. Sitä on esimerkiksi hiilihydraateissa erilaisina sokereina. Hiili on osallisena kaikissa orgaanisissa yhdisteissä kasvissa. Hiilihydraattien jakautumiseen eri sokerilajeiksi vaikuttaa valon ajallinen kesto. Lyhyet valojaksot suosivat hiilen synteesiä sakkaroosiksi, kun taas pidemmällä valojaksoilla hiilestä tulee sorbitolia. Lehdissä sakkaroosi on helpommin käytettävissä oleva hiilen muoto. Sorbitoli on hiilen tärkeä vientimuoto lehdistä hedelmiin. Noin puolet hedelmässä



olevasta hiilestä on sorbitolia. (Grappadelli 2003, 209–210; Pankakoski 2006, 79–81, 86.)

Omenien kuiva-ainepitoisuus on verrannollinen puiden imemän näkyvän valon määrään. Kuiva-aineen lisääntyminen ei kuitenkaan suoraan tarkoita satotason lisääntymistä, sillä valon saannin kesto ja valon voimakkuus vaikuttavat hiilen kulkuun puun vegetatiivisiin osiin ja hedelmiin. (Grappadelli 2003, 195–196; Pankakoski 2006, 86, 91.)

#### 2.4 Valon vaikutus hedelmäpuun vegetatiiviseen ja generatiiviseen kasvuun

Yksittäisten lehtien suhde valoon riippuu siitä, ovatko ne suorassa auringonvalossa vai varjossa. Lehdet, jotka ovat kehittyneet hyvissä valo-oloissa, kykenevät tehokkaampaan fotosynteesiin, kuin niin sanotut varjolehdet. Varjolehtien etuna on kuitenkin se, että ne pystyvät tehokkaammin käyttämään hyväksi alhaiset valotasot ja valon pilkahdukset latvuksen sisällä. Lehtien erilaistuminen valolehdiksi tai varjolehdiksi on suurimmalta osin pysyvää. Sen takia esimerkiksi omenapuiden kesäleikkaus ei välttämättä paranna lehtien kykyä hyödyntää valoa. Suorassa auringonvalossa olevat lehdet ovat paksumpia johtuen suuremmasta solukerrosten määrästä. Niiden tyypipitoisuus on korkeampi ja lehtiala suurempi kuin varjossa kasvaneiden lehtien. Lehtien kasvukauden alussa saama valomäärää sanelee suurelta osin lehtien erilaistumisen eivätkä ne siis muutu paljoakaan kasvukauden aikana. Tämän takia hedelmätarhoissa tulee varmistaa hyvä valonsaanti ja avoimet latvukset. (Grappadelli 2003, 198.)

Erilaiset lehtityypit, kuten kannusoksien lehdet ja kasvuversojen lehdet, vaikuttavat hedelmien kasvuun. Etenkin kannusoksien lehdet vaikuttavat omenalla hedelmän kokoon ja kalsiumpitoisuuteen. Kannuslehtien suuri lehtiala nostaa vuosien mittaan satotasoa. Kannuslehdet puhkeavat ennen kukintaa ja muodostavat kiehkuran kukkaryppään ympärille. Huolimatta pienestä lehtialasta kannuslehdet pystyvät toimittamaan kasvun alkuvaiheessa hedelmille niiden tarvitsemat hiilihydraatit. Kannuslehdet ovat ainoa hiilen lähde raakileille siihen asti, kunnes versolehdet saavat tarpeeksi lehtialaa. (Grappadelli 2003, 201.)

Alhainen valon määrä heikentää kukka-aiheiden erilaistumista. Huonoissa valo-oloissa fotosynteesi on heikompa, jolloin vähentynyt hiilihydraattien kulku alentaa kukkien muodostumista. Valon jakautuminen puuhun vaikuttaa hedelmien jakautumiseen puussa. Valotason ollessa alle 15 % suorasta auringonvalosta, kukinta on lähes olematonta. Ihanteellisin valotaso kukinnalle on 50–60 % suorasta auringonvalosta. (Grappadelli 2003, 206, 209)

### 2.5 Valon määrään vaikuttavia tekijöitä

Hedelmäpuiden leikkaamisella ohjataan puun kasvua. Nuoren puun leikkauksella ohjataan puun muotoa ja kokoa, täysikasvuisen puun leikkaamisella taas tavoitellaan maksimaalista kukka-aiheiden kehittymistä ja erilaistumista. Puun leikkaamisella pidetään puiden korkeus ja leveys sellaisena, etteivät puut varjosta toisiaan ja ennen kaikkea lisätään valon pääsyä lehvästön läpi. Suuren ja laadukkaan sadon saamiseksi valon on jakaannuttava tasaisesti lehvästössä. Suurissa ja voimakaskasvuissa omenapuissa latvuksen uloimmissa osissa lehtiala kasvaa suuremmaksi aiheuttaen sen, että latvuksen sisemmissä osissa valon määrä vähenee. (Grappadelli 2003, 207.)

Valon määrään vaikuttaa osaltaan leveysasteet. Suuremmilla leveysasteilla valon voimakkuus on pienempi kuin lähempänä päiväntasaajaa, mutta päivät ovat kesällä pidempiä. Kun valo saavuttaa latvuksen, sekä valon voimakkuus että valon spektrijakauma muuttuvat lyhyen matkan aikana. Noin 80 prosenttia kohtitulevasta näkyvästä valosta imeytyy lehtiin. Suuri osa niin sanotusta ”hukkaan menevästä” valosta on 550 nanometrin tienoilla, missä imeytyminen klorofylliin on vähäistä ja valo heijastuu takaisin. (Grappadelli 2003, 196.)

Pohjois-Euroopassa ja Yhdysvaltain mantereisessa koillisosassa ilmasto voi olla melko utuinen tai pilvinen, jolloin valo saavuttaa latvuksen milloin suorana säteilynä, milloin hajasäteilynä. Näillä alueilla jatkuva suora enimmäissäteily vaihtelee. Tämän takia eri alueilta voidaan saada erilaisia tutkimustuloksia valon suhteen. Washingtonin osavaltiossa kesät ovat hyvin aurinkoisia kun taas koillisten osavaltioiden säät vaihtelevat useammin. (Grappadelli 2003, 206–207.)

### 2.6 Hedelmätarhoissa käytettyjä valoa heijastavia katteita

Heijastavat katteet tuovat lisävaloa hedelmätarhaan, jolloin myös latvuksen imemän valon määrä lisääntyy. Lisävalon ansiosta PAR-säteily tarhassa lisääntyy samoin kuin imeytyvän säteilyn määrä. Suhde lisävalon ja PAR-säteilyn määrässä on lineaarinen. Koko rivivälin peittävä heijastava kate voi lisätä imeytyneen PAR-säteilyn määrää latvuksessa 40 prosentilla ja puoli riviä peittävä kate 24 prosentilla. Näin ollen latvuksen fotosynteesin määrä voi kasvaa 32 prosentilla ja haihtumisen määrä 26 prosentilla. (Green, Greer, McLeod & McNaughton 1995, 182.)

Heijastavat katteet ovat tehty muovista ja monet niistä ovat alumiini päällysteisiä kalvoja. Niiden tarkoituksena on edistää hedelmän kuoren värityneen pinta-alan lisäksi myös värin syvyyttä, jolloin suurempi osa sadosta voidaan myydä parempana laatuna. (Gurnsey & Lawes 1999.) Myös valkoisia kudottuja katteita on kehitelty valo-olojen parantamiseksi hedelmätarhassa. Näiden tarkoituksena on vaikuttaa hedelmän väritymiseen ja laadullisiin ominaisuuksiin. (Castillo ym. n.d., 1)

Kate mahdollistaa sadonkorjuukertojen vähenemisen, jolloin ensimmäisellä korjuukerralla voidaan poimia suurempi osa kokonaissadosta. Paras tulos saadaan, kun katetta käytetään kevät- ja kesäleikkausten lisänä, jolloin edistetään valon läpäisyä latvuksessa ja sen jakautumista tasaisemmin. (Gardner n.d.)

**Extenday<sup>TM</sup>**-kate kehitettiin Uudessa-Seelannissa 90-luvulla. Se on kestävä valkoista, valoa heijastavaa, kudottua polyeteeniä. Katetta voidaan käyttää monilla eri hedelmillä omenasta mangoon. Se on suunniteltu parantamaan valo-olosuhteita hedelmäpuiden ja viiniköynnösten latvuksissa. Menetelmä on kohtalaisen uusi ja se on herättänyt paljon kiinnostusta viljelijöiden keskuudessa muun muassa Yhdysvalloissa ja Uudessa-Seelannissa. (Hansen 2005a.)

Extenday<sup>TM</sup>-katteen kiinnittäminen tapahtuu vahvoilla kuminauhoilla, jotka sidotaan joka kolmanteen tai neljänteen hedelmäpuuhun, kun taimiväli on noin 1,5 metriä. Kuminaukat sidotaan 15–20 cm korkeudelle maasta, jotta ilma pääsee kiertämään katteiden alla. Tällöin ylimääräinen kosteus pääsee haihtumaan pois. Katteet sidotaan joustavilla kuminauhoilla etteivät ne eiväts repeäisi, kun niiden päältä ajetaan traktorilla. Katetta voidaan käyttää usean kasvukauden ajan ja siirtää tarpeen mukaan muille lajeille ja lajikkeille. (Warner 2008.)

Washingtonin osavaltiossa Yhdysvalloissa katteen hinta eekkeriä (0,4 ha) kohden vaihtelee noin 1200 ja 3000 dollarin välillä. Hinta riippuu siitä, kuinka leveitä kappaleita halutaan ostaa ja siitä, laitetaanko kate jokaiseen riviväliin vai joka toiseen riviväliin. Kankaalla on 30 kuukauden takuu. Viljelijät voivat käyttää Yhdysvalloissa katetta noin viiden kasvukauden ajan. (Hansen 2005a.)

**Mylar** on metallisoitu sileä polyesterimuovi, joka heijastaa auringonvaloa lähes sataprosenttisesti. Sen käyttöikä Ontarion provinssin olosuhteissa on noin kaksi kuukautta. Mylar-kate tulisi rei'ittää maahan asetettaessa, jotta sadevesi ei muodostaisi lammikoita sen pintaan. Sen kiinnitys tapahtuu niin, että katteen reunat peitetään multapaakuilla, jolloin se pysyy paikoillaan tuulisellakin säällä. Samalla kate säätelee veden haihtumista maaperästä sekä rajoittaa ruohon kasvua. (Gardner n.d.) Yhdysvalloissa Washingtonin osavaltiossa katteen hinta eekkeriä (0,4 ha) kohden vaihtelee 150 ja 200 dollarin välillä (Hansen 2005b).

**Spray**-katetta on tutkittu vaihtoehtoisena menetelmänä perinteisemmille muovisille katteille. Kate on väriltään valkoista ja se suihkutetaan riviväleihin maahan nurmen päälle. Kiinnostus tähän kaoliinihiukkaskalvoon johtui suurelta osin siitä, että muovisten katteiden levitykseen kului enemmän työvoimaa kuin suihkuttamiseen. Katteiden hävitys aiheutti myös oman vaivansa. Yhdysvalloissa tehdyssä kokeessa spray suihkutettiin maahan kolmen viikon välein. Näin voitiin ylläpitää heijastavuutta sadonkorjuuseen asti, sillä ruohon kasvu heikensi tätä ominaisuutta. (Warner 2009.)

### 3 HEIJASTAVIEN KATTEIDEN VAIKUTUKSIA

Valo tahtuu heijastavasta pinnasta ylöspäin näin lisäten hedelmän väritymiseen tarvittavan valon määrää. Katteista on hyötyä etenkin niinä kasvukausina, kun sääolot eivät ole otolliset hedelmän väritymiselle. (Gurnsey & Lawes 1999.) Lisävalon ansiosta puu pystyy kantamaan suuremman sadon. PAR-valon määrä etenkin puiden alemmissa osissa lisääntyy. (Beale, Grout & Johnson 2004, 513.) Katteiden on huomattu vaikuttavan myös kukkasilmujen muodostumiseen ja satotasoon, liukoisen kuiva-aineen määrään sekä hedelmien happoisuuteen ja kiinteyteen (Castillo ym. n.d., 3–4).

Voidakseen heijastaa valoa, valon tulee päästä katteelle asti. Jos latvus on hyvin tiheää ja rivivälit enimmäkseen varjossa, ei katteella ole suurta vaikutusta. (Gardner n.d.) Kate yksinään ei paranna satoa, vaan valon pääsy latvukseen tulee maksimoida hyvillä hoitokäytännöillä, kuten vuotuisilla leikkauksilla (Grappadelli 2003, 207).

#### 3.1 Hedelmän väritys ja sadon ajoittuminen

Extenday<sup>TM</sup>-kate ja alumiinipäällysteinen muovi paransivat valo-oloja omenapuiden latvuksissa ja varsinkin latvusten alaosissa parantaen hedelmien väritystä Norjassa (Hjeltnes, Meland & Vangdal 2007, 665–668), Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d. 3–7), Kanadassa (Gardner n.d.) sekä Ruotsissa (Johansson, Olsson & Tahir 2005, 1418) tehdyissä kokeissa. Puolassa Pinova- ja Jonagold-lajikkeiden hedelmät latvuksen alemmissa osissa olivat paremmin värittyneitä heijastavan katteen vaikutuksesta verrattuna ilman katetta kasvaneisiin puihin. Latvuksen yläosissa kasvaneiden hedelmien väritykseen katteella ei ollut vaikutusta. Lajike mahdollisesti vaikutti tuloksiin. Katteen vaikutukset hedelmän väritymiseen Jonagold-omenalla olivat hieman paremmat kuin Pinova-omenalla. (Buler, Michalska, Mika, Rutkowski & Treder 2007, 42–51.)

Tulokset katteen vaikutuksesta lajikkeen väritymiseen eivät aina ole olleet yhteneviä. Yhdysvalloissa tehdyssä kokeessa Gala-lajikkeella katteet eivät vaikuttaneet hedelmien väritymiseen. Samalle lajikkeelle tehdyssä toisessa kokeessa hedelmien värittyminen lisääntyi. Tosin ensin mainitussa koelajikkeena oli erittäin hyvin värittyvä Buckeye-kanta Gala-lajikkeesta, jolloin lisävalo ei välttämättä tuo mainittua vaikutusta. (Castillo ym. n.d., 3.) Spray-katteella tehdyssä kokeessa katteen vaikutukset hedelmien väritymiseen eivät ole olleet yhdenmukaisia (Warner 2009).

Hjeltnesin ym. (2007, 667) mukaan katteiden vaikutuksesta Aroma-lajikkeen hedelmät värittyivät tasaisemmin ja yhtäaikaistemmin. Myös Yhdysvaltalaisissa kokeissa Gala-lajikkeen hedelmät värittyivät katteella kasvaneissa puissa yhtäaikaistemmin verrattuna ilman katetta kasvaneisiin hedelmiin. Katteiden vaikutuksesta voitiin ensimmäisellä korjuukerralla poimia suurempi osuus kokonaissadosta. (Castillo ym. n.d., 3.) Katteet vähensivät myös makeakirsikan sadonkorjuukertoja Yhdysvalloissa

Rainier-lajikkeella (Hansen 2006). Persikoille tehdyssä kokeessa ensimmäisellä sadonkorjuukerralla voitiin kerätä yli puolet enemmän hedelmiä kuin ilman katetta kasvaneilla puilla (Warner 2008).

Kasvukausien sääolot näyttäisivät vaikuttavat hedelmien väritymiseen. Puolassa tehdyssä kokeessa Jonagored-omenalla heijastava kate ei vaikuttanut hedelmien väritykseen sääolojen ollessa edulliset lajikkeen väritymisen kannalta. Tällöin lähes kaikki koealueen hedelmät värittyivät kokonaan punaisiksi niin katteella, kuin ilman. Sääolojen ollessa epäedulliset kyseiselle lajikkeelle auttoi kate hedelmiä väritymään paremmin latvuksen alaosissa. Tällöin ilman katetta kasvaneet hedelmät olivat huomattavasti värittyneitä. (Buler ym. 2007, 42–51.) Joissain kokeissa katteilla ei ole ollut vaikutusta punertavien omenoiden väritymiseen, kuten Discovery-omenalla Isossa-Britanniassa (Beale ym. 2004, 515) ja Buckeye Gala-omenalla Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d. 3–7). Myöskään Sweetheart-kirsikalla Yhdysvalloissa ei huomattu muutoksia hedelmän väritymisessä katteen vaikutuksesta (Warner 2008).

Katteet aikaistivat sadon kypsymistä makeakirsikoilla Rainier- (Hansen 2006) ja Bing-lajikkeilla (Hansen 2005a). Niiden sadonkorjuu on voitu aloittaa neljästä seitsemään päivää normaalia aikaisemmin. Granny Smith-lajikkeella Yhdysvalloissa katteella kasvaneet hedelmät olivat hieman pehmeämpiä ja vähemmän happoisia kuin ilman katetta kasvaneet hedelmät, mistä voitiin päätellä, että kate oli aikaistanut sadon kypsymistä (Jackman 2008, 4–5). Ruotsissa Aroma-omenan kypsymisen aikaistuminen selitettiin sillä, että puiden fotosynteesi ja hengitys lisääntyivät lisävalon ansiosta (Johansson ym. 2005, 1419–1420).

### 3.2 Puun kantokyky

Heijastavat katteet paransivat omenapuiden satoa Isossa-Britanniassa (Beale ym. 2004, 515) ja Ruotsissa (Johansson ym. 2005, 1418). Suurempia satoja saatiin myös makeakirsikoilla ja päärynöillä Yhdysvalloissa (Hansen 2006; Warner 2008). Katekokeessa Granny Smith-lajikkeella Yhdysvalloissa satotaso kasvoi katteen vaikutuksesta. Hedelmiä oli lukumäärällisesti enemmän puuta kohden katteella kuin ilman katetta kasvaneilla puilla. Tosin raakileharvennuksessa puihin jätettiin enemmän raakileita. Tästä huolimatta hedelmien paino oli sama katekokeissa ja verranteissa. Puut pystyivät kantamaan enemmän hedelmiä koon kärsimättä. Heijastava kate paransi kokonaissatoa 22 prosentilla. (Jackman 2008, 3–5.) Kahdessa kokeessa Gala-lajikkeella Yhdysvalloissa katteet lisäsivät sadon määrää vain toisessa kokeessa. Ensimmäisessä kokeessa satomäärät puuta kohden olivat suuremmat niin kilogrammoissa kuin hedelmien lukumäärässä, mutta hedelmien painoon kate ei vaikuttanut. Toisessa kokeessa sato ja hedelmien painot olivat samat katteella ja ilman katetta. (Castillo ym. n.d. 3–7.)

Isossa-Britanniassa heijastava kate lisäsi Discovery-omenan satoa sekä latvuksen ylä- että alaosissa. Hedelmien paino ei muuttunut. (Beale ym. 2004, 515.) Ruotsissa tehty katekoe Aroma-omenalla lisäsi sekä sadon

määrää että hedelmien painoa (Johansson ym. 2005, 1418). Samalla lajikkeella tehty koe Norjassa lisäsi hedelmien painoa (Hjeltnes ym. 2007, 666). Puolalaisessa kokeessa heijastavilla katteilla ei ollut vaikutusta Pinova-, Jonagold- ja Jonagored-omenoiden satotasoon ja hedelmien painoon (Buler ym. 2007, 47). Spray-katteella tehtyjen kokeiden perusteella katteen vaikutuksiin hedelmätarhassa näytti kuuluvan se, että hedelmät kasvoivat suuremmiksi. Kun valo osui kaoliinikalvoon riviväleissä, suuri osa näkyvästä punaisesta valosta imeytyi nurmeen. Tällöin puuhun asti pääsevistä säteilystä vain vähäinen osa sisälsi punaista valonaallonpituutta. Punaisen valon vaje puussa mahdollisesti aiheutti muutoksia kuiva-aineen jakautumisessa, jolloin hedelmät kasvoivat isommiksi. (Warner 2009.)

Extenday<sup>TM</sup>-katteen todettiin lisäävän kukkien määrää omenapuissa, kun sitä käytettiin vähintään kahtena vuonna peräkkäin. Etenkin latvusten varjoisemmissa alaosissa lisävalo edisti kukka-aiheiden muodostumisen mahdollisuutta, kun katekäsittely oli niin sanotusti kausipitkä. Tällöin heijastava kate oli hedelmätarhassa kukinnasta sadonkorjuuseen asti. (Castillo ym. n.d., 4.) Bealen ym. (2004, 515) koe Isossa-Britanniassa oli yhtenevä näiden tulosten kanssa. Kausipitkä kate lisäsi kukkanuppujen ja satoversojen määrää toisena vuonna katteen käyttämisen aloittamisesta Discovery-omenalla. Lisääntynyt satomäärä ilmeisesti johtui tästä. Mahdollisesti punaisen valon aallonpituuden lisääntynyt määrä ja käsittelyn kesto latvusten alaosissa edistivät satoversojen kehittymistä ja kukkainduktiota. Puun sadonkantokykyä edisti myös se, että kate lisäsi lehdistön määrää. Lisääntynyt vegetatiivisuus kuitenkin johti siihen, että puu varjosti itseään enemmän ja leikkaustarve lisääntyi. Myös Granny Smith -lajikkeella Yhdysvalloissa kausipitkä katekäsittely lisäsi puiden vegetatiivisuutta ja puun rungon ympärysmittaa (Warner 2008).

Puolalaisessa (Buler ym. 2007, 51) kokeessa alumiinipäällysteinen kate ei vaikuttanut kukkanuppujen muodostumiseen tai hedelmien sijoittumiseen latvuksessa Jonagored-lajikkeella. Alumiinipäällysteinen heijastava kate lisäsi Aroma-lajikkeen omenapuiden pituutta ja leveyttä Ruotsissa (Johansson ym. 2005, 1418). Makeakirsikalla vegetatiivinen kasvu ja kukkanuppujen määrä lisääntyivät Sweetheart- ja Bing-lajikkeilla Yhdysvalloissa tehdyissä kokeissa (Hansen 2007; Hansen 2005a). Rainier-lajikkeella kate lisäsi puun läpimittaa (Hansen 2006).

### 3.3 Hedelmän maku, kiinteys sekä varastointikestävyys

Heijastavilla katteilla tehtyjen kokeiden vaikutuksesta hedelmien liukoisen kuiva-aineen määrään on ristiriitaisia tuloksia. Gala-lajikkeelle tehdyssä kokeessa Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d., 3) sekä Extenday<sup>TM</sup>- että Mylar-katteet lisäsivät omenoiden makeutta. Norjalaisessa kokeessa (Hjeltnes ym. 2007, 667) Aroma-lajikkeen hedelmät olivat makeampia niin latvuksen ylä- kuin alaosissa, mutta vaikutus oli huomattavampi latvuksen alaosissa. Ruotsissa (Johansson ym. 2005, 1418) kate ei lisännyt hedelmien makeutta, kun tuloksia tarkasteltiin heti sadonkorjuun jälkeen. Varastoinnin aikana makeus kuitenkin säilyi paremmin verrattuna ilman

katetta kasvaneisiin hedelmiin. Pinova- ja Jonagold-lajikkeilla kate ei lisännyt hedelmien makeutta Puolassa (Buler ym. 2007, 48–49) tehdyissä kokeissa. Jonagored-lajikkeella toisena koevuotena makeus lisääntyi, mutta vain latvuksen alemmissa osissa. Yhdysvalloissa katteen ei huomattu juurikaan vaikuttaneen Granny Smith -omenoiden makeuteen (Jackman 2008, 5). Makeakirsikan kohdalla tulokset ovat vaihdelleet. Toisissa kokeissa katteet ovat lisänneet hedelmien makeutta, toisissa ei (Hansen 2007; Hansen 2006).

Johanssonin ym. (2005, 1418–1419) kokeessa heijastava kate laski omenoiden happoisuutta verranteisiin nähden, kun tuloksia tarkasteltiin sadonkorjuun hetkellä Aroma-lajikkeella. Tosin varastoinnin jälkeen tulokset olivat päinvastaiset. Katteella kasvaneet omenat olivat happoisempia kuin ilman katetta kasvaneet omenat. Kate auttoi omenoita säilyttämään happoisuuttansa varastoinnin aikana. Norjassa (Hjeltnes ym. 2007, 667) Aroma-lajikkeella heijastava kate ei vaikuttanut omenoiden happoisuuteen. Tulosten yhtenevyyttä Ruotsissa tehdyn kokeen kanssa on vaikea vertailla, sillä Norjassa tuloksissa ei tarkasteltu varastointikestävyyttä. Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d, 3, 6; Jackman 2008, 5) tehdyissä kokeissa kate sekä lisäsi että laski omenoiden happoisuutta. Granny Smith -lajikkeelle tehdyssä kokeessa ilman katetta kasvaneet hedelmät olivat happoisempia kuin katteella kasvaneet hedelmät kolmena koevuotena peräkkäin. Tosin ero oli merkitsevä vain kolmantena vuonna. Gala-lajikkeella tehdyssä kokeessa tutkittiin sekä Mylar katteen että Extenday<sup>TM</sup>-katteen vaikutuksia omenoiden happoisuuteen. Mylar katteella ei ollut vaikutusta tähän ominaisuuteen. Extenday<sup>TM</sup>-kate lisäsi Gala-omenoiden happoisuutta kolmella sadonkorjuukerralla. Tosin vain kahdella viimeisellä kerralla erot olivat merkitseviä.

Seitsemänvuotisessa kokeessa Ruotsissa Aroma-lajikkeella heijastava alumiinipäällysteinen muovi paransi omenoiden varastointikestävyyttä sekä myynti-ikää. Heijastavalla katteella kasvaneiden hedelmien pilaantuminen varastossa väheni 75 %:lla verrattuna ilman heijastavaa katetta kasvaneisiin hedelmiin. Varastointikestävyuden paraneminen katteiden vaikutuksesta näkyi myös hedelmien liukoisen kuiva-ainepitoisuuden ja happoisuuden lisäksi hedelmien kiinteydessä. Kate lisäsi hedelmien kiinteyttä niin sadonkorjuun hetkellä kuin varastoinnin jälkeenkin ja se vähensi omenoiden herkkyyttä kolhiintumisvaurioille. (Johansson ym. 2005, 1418–1419.) Sitävastoin Hjeltnesin ym. (2007, 667) kokeessa Norjassa heijastava kate ei lisännyt hedelmien kiinteyttä Aroma-omenalla. Katteiden positiivinen vaikutus kiinteyteen ja varastointikestävyteen huomattiin Bing-kirsikalla Yhdysvalloissa, mutta Rainier-kirsikan hedelmän kiinteyteen katteilla ei näyttänyt olevan vaikutusta (Sampson 2005; Hansen 2006). Puolassa omenoiden kiinteytys ei muuttunut katteiden vaikutuksesta Pinova-, Jonagold- ja Jonagored-lajikkeilla, eikä Yhdysvalloissa Granny Smith -lajikkeella (Buler ym. 2007, 44, 47; Jackman 2008, 5). Gala-lajikkeen hedelmien kiinteytys parani hieman katteiden vaikutuksesta Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d., 3).

### 3.4 Katteiden levityksen ajoitus ja käytön ongelmat

Heijastavien katteiden käytön ajoitusta tutkittiin Yhdysvalloissa Gala-lajikkeella. Katteet levitettiin kukinnan aikaan ja 30 päivää kukinnan jälkeen. Levityksen ajoituksella ei ollut vaikutusta sadon määrään ja hedelmien kokoon. Aikaisempien tulosten perusteella voitiin kuitenkin todeta, että katteiden satoa lisäävä vaikutus näkyy parhaiten niin sanotuilla kausipitkillä katekäsittelyillä. Parantuneet valo-olot pidemmällä aikavälillä lisäsivät kukkien kehittymistä latvuksen ala- ja sisäosissa. (Castillo ym. n.d., 2–4.) Kokeissa, joissa kate oli hedelmätarhassa kukinnasta sadonkorjuuseen, se lisäsi sadon määrää omenalla Isossa-Britanniassa sekä omenalla ja päärynällä Yhdysvalloissa. Se ei juurikaan vaikuttanut hedelmien laadullisiin ominaisuuksiin (Jackman 2008, 5; Beale ym. 2004, 514; Castillo ym. n.d., 2–3). Norjassa päärynälle tehdyssä kokeessa ja puolassa omenoille tehdyissä kokeissa koko kasvukaudeksi ajoitettu katekäsittely ei lisännyt sadon määrää. Puolalaisen kokeen mukaan katteen asettamisesta liian aikaisin ei ollut hyötyä. Sen sijaan katteen levityksen ajankohdaksi suositeltiin 2–3 viikkoa ennen sadonkorjuuta omenoiden värin parantamiseksi. (Hjeltnes ym. 2007, 666, 668; Buler ym. 2007, 51.) Kirsikoille tehdyssä kokeessa Yhdysvalloissa havaittiin, että heijastavan katteen levityksen ajoituksesta liian aikaisin oli haittaa. Maa oli liian kylmä ja märkä silmujen turpoamisvaiheessa maaliskuussa. Kate ei tällöin lisännyt hedelmien kokoa. (Hansen 2007.)

Norjalaisessa kokeessa katteet levitettiin hedelmätarhaan maahan kaksi viikkoa kukinnan jälkeen ja otettiin pois kaksi viikkoa sadonkorjuun jälkeen. Tämä ei vaikuttanut ilman lämpötilaan latvuksen sisässä. Kate ei myöskään vaikuttanut yö- ja päivälämpötilojen vaihteluun maaperässä. Ruotsissa heijastava kate lisäsi lämpötilaa maaperässä syksyllä sekä talvella. Katteella ei näyttänyt olevan vaikutusta maaperän lämpötilaan kesällä. Näissä kahdessa kokeessa katteet tosin olivat erilaiset. Ensin mainitussa kate oli kudottua kestävästä muovista ja jälkimmäisessä alumiinoitua muovikalvoa. (Hjeltnes ym. 2007, 665–666; Johansson ym. 2005, 1416, 1418.)

Katteiden käytössä ongelmaksi muodostui se, että ne likaantuivat helposti esimerkiksi traktorin ajaessa niiden päältä, mikä vaikutti katteiden heijastavuuteen. Tämän takia katteet, joita voidaan käyttää useana vuonna, tulisi pestä ennen seuraavaa kasvukautta. (Beale ym. 2004, 515; Hansen 2005b.) Nurmen ja juurikerroksen kunto heikkeni huomattavasti Extenday<sup>TM</sup>-katteella tehdyssä kokeessa. Maan rakenteen laatu oli huonontunut ja ruoho oli kuollut traktorin jälkien kohdalla. Kylvetyn nurmen sekä apilan määrä väheni ja rikkaruohojen määrä kasvoi katteen vaikutuksesta verrattuna riviväleihin, joissa ei ollut katetta. (Hjeltnes ym. 2007, 667.) Rikkaruohot kasvoivat hyvin katteen alla ja olivat ongelma, kun kate levitettiin aikaisin. Katteen levityksen jälkeen rikkaruohoja ei voitu torjua perinteisin menetelmin. (Hansen 2007.) Alumiinoitu muovikate sitävästoin hillitsi rikkaruohojen kasvua hyvin. Tosin tässä tapauksessa alumiinoitu kate oli sijoitettu puuriveihin, kun taas Extenday<sup>TM</sup> oli riviväleissä. (Johansson ym. 2005, 1416–1417.)



## 4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Washingtonin osavaltiossa Yhdysvalloissa WTFRC suoritti kolme koetta valoa heijastavan Extenday<sup>TM</sup>-katteen vaikutusten selvittämiseksi vuonna 2010. Kokeet toteutettiin yksityisten viljelijöiden hedelmätarhoissa. Kokeiden tavoitteina oli selvittää Extenday<sup>TM</sup>-katteen vaikutukset sadon määrään, hedelmän kokoon ja väriin. Tarkastelun kohteina olivat myös hedelmän makeus, happoisuus, kiinteys ja korkkiuman esiintyminen hedelmässä.

Paikkoina olivat Washingtonin Royal City, Vantage ja Selah. Kokeet perustettiin huhtikuussa juuri ennen kukinnan alkua, kun kukkanuput olivat jo tulleet näkyviin. Kokeet päättyivät sadonkorjuuseen, minkä jälkeen tulokset mitattiin ja kirjattiin WTFRC:n laboratoriossa.

### 4.1 Omenalajikkeet ja perusrungot

Kokeissa käytettyjä lajikkeita viljellään kaupallisesti lähinnä lauhkeiden vyöhykkeiden päiväntasaajan puoleisilla alueilla, kuten Yhdysvalloissa, Uudessa-Seelannissa ja myös Isossa-Britanniassa. Tutkimuslajikkeina olivat 'Gala' Mark-perusrungolla sekä 'Honeycrisp' M7-perusrungolla ja 'Granny Smith' M9-perusrungolla. Lajikkeita viljellään yleisesti kaupallisissa hedelmätarhoissa Washingtonin osavaltiossa.

'**Gala**' on melko vanha uusiseelantilainen lajike. Se on Golden Delicious - ja Kidd's Orange Red -lajikkeiden risteytys, jonka ensimmäiset siementaimet istutettiin 1930-luvulla. Kaupallinen kasvatusta alkoi Euroopassa ja USA:ssa tosin vasta 1980-luvulla. Hedelmän kuori on ohut ja pohjaväriiltään keltaisen oranssi, jota korostavat punertavat raidat. Malto on kiinteää ja rakeista, maultaan mieto ja makeaa. Hedelmä kestää kolhiintumista melko hyvin. (Specialty produce n.d.)

'**Honeycrisp**' on kohtalaisen voimakaskasvuinen ja kasvatavaltaan jonkin verran leviävä lajike, mutta kääpiöivällä perusrungolla se tulee satoikään aikaisin. Se on hyvin talvenkestävä. Lajike vaatii tuennan ja mahdollisesti raakileharvennuksen. Hedelmä on rakenteeltaan erityisen rapea. Se on hyvin mehukas ja miedosti aromaattinen. Hedelmät ovat kooltaan suuria tai keskisuuria. Kuori on pohjaväriiltään keltainen, jonka päällä esiintyy punaisenkirjavaa, jopa vaaleanpunertavaa väriä. Hyvässä auringonvalossa hedelmä voi värittyä lähes kokonaan punaiseksi. Kannan lähellä esiintyy vihreää korkkiumaa. Hedelmä kestää hyvin varastointia maun kärsimättä. Tosin se on hieman arka kolhiintumiselle. Lajikkeen lehdet altistuvat herkästi omenaruvelle ja omenaruosteelle. Hedelmän varastolaikun välttämiseksi lisäkalsiumin antaminen voi olla tarpeellista. Lajike on kehitetty Minnesotan yliopistossa 1960-luvulla. Tosin sen vanhemmista ei ole varmuutta, koska geenitestit ja aikaisempi kirjanpito eivät täysin tue toisiaan. (Luby & Bedford 1992)

'**Granny Smith**' on yksi tunnetuimmista omenalajikkeista maailmanlaajuisesti. Se on vanha lajike, joka on kehitetty 1860-luvulla

Australiassa. Lajikkeen epäillään olevan *Malus Sylvestris* -lajikkeen hybridi, jonka pölyttäjänä oli *Malus domestica*. Granny Smith -lajikkeen hedelmä on täysin vihreä kypsänäkin. Omena on muodoltaan melko pyöreä ja keskikokoinen. Hedelmä on kova ja rapea, maultaan hyvin happoinen ja hienoisen makea. Tämän takia sitä pidetään yleisesti ruokaomenana. Kovakuorisena lajike kestää melko hyvin kuljetusta. (Specialty produce n.d.) Lajike vaatii paljon auringonvaloa ja pitkän kasvukauden kypsyäkseen kunnolla. Se on pitkäikäinen eikä välttämättä tarvitse paljoa tuentaa. (About apple trees n.d.) Lajikkeella on jonkin verran herkkyyttä omenaruvulle, härmälle, tulipoltteelle ja villakirvalle. Ilman raakileharvennusta puulla esiintyy jaksottaissatoisuutta, sillä lajike tekee runsaita satoja. (Orange Pippin, the comprehensive resource for apples and orchards n.d.)

'**Mark**' on kääpiöivä perusrunko, joka täysi-ikäisenä kasvaa 1,8–2,5 metriä korkeaksi. Se on tulipoltteen ja kuorimädän kestävä lajike, mutta vaatii tarkkaa huolenpitoa. Tasainen kastelu ja lannoitus ovat ehdottoman tärkeitä. Maa runkojen ympäriltä tulee pitää puhtaana rikkaruohoista, mieluiten katettuna. (Orange Pippin, the comprehensive resource for apples and orchards n.d.)

**M7** on yksi suosituimmista perusrungoista Pohjois-Amerikassa. Sitä pidetään puolikääpiöivänä perusrunkona. M7 on hyvin kestävä tulipoltetta vastaan ja on myös härmän kestävä. Lajike on altis villakirvalle, eikä se ole erityisen kylmänkestävä. Rikkaruohot tulee pitää poissa rungon läheisyydestä. (Orange Pippin, the comprehensive resource for apples and orchards n.d.)

**M9** on kääpiöivä perusrunko ja se on ollut jo pitkään käytössä kaupallisissa hedelmätarhoissa. Kyseiselle perusrungolle vartetut jalo-osat ovat hyvin tuottoisia ja mahdollisesti myös suurihedelmäisiä. Suurin ongelma M9:lle on sen alttius tulipoltteelle. Perusrunko on herkkä myös härmälle ja villakirvalle, mutta erittäin kestävä *Phytophthora*-sientä vastaan. Se ei ole kylmänkestävä Pohjois-Amerikan pohjoisemmissa osissa, mutta se sietää raskaita ja vetisiä maaperiä. (Orange Pippin, the comprehensive resource for apples and orchards n.d.)

### 4.2 Koe 1 Gala-lajikkeella

Vantagessa tehdyssä kokeessa Gala-lajikkeella käytettiin viittä erilaista katetta. Katteet olivat nurmikate, joka toimi verranteena sekä neljä valoa heijastavaa Extenday<sup>TM</sup>-tuoteryhmän katetta, jotka erosivat toisistaan heijastavuutensa perusteella. Käsittelyitä olivat DayMax MRF, jonka valon heijastavuus on erittäin korkea. DayBright DRF katteen heijastavuus on hyvin korkea. DayWhite WRF katteen heijastavuus on korkea ja DayLight LRF katteella on keskitasoinen heijastavuus. Katemateriaalit olivat kudottua polyeteeniä (Kuva 3). Kokeessa oli viisi kerrannetta. (Liite 1) Koelajikkeen perusrunkona oli 'Mark'.



Kuva 3. Kokeissa käytetty katemateriaali oli kudottua polyeteeniä. Kuvassa näkyvä lajike on 'Honeycrisp'.

Tuentamenetelmänä oli säleikössä oleva V-tuenta, jossa vierekkäiset puut ovat tuettu vastakkaisiin suuntiin viistoon (Kuva 6). Omenapuulohko kasteltiin suuriveissä olevilla sprinklereillä. Tämä on yleinen käytäntö Washingtonin osavaltion hedelmätarhoissa.

Käsittelyt erotettiin toisistaan merkitsemällä eri käsittelyalueet erivärisillä nauhoilla, jotka sidottiin puiden oksiin (Kuva 4). Käsittelyiden päissä nauhoilla merkityt rajapuut jätettiin suojapuiksi, eli niistä ei otettu hedelmänäytteitä.



Kuva 4. Koealueet erotettiin toisistaan erivärisillä nauhoilla. Kuvassa Gala-lajike.

Katemateriaalit levitettiin riviväleihin maahan koealueiden mittaisina. Ne kiinnitettiin elastisilla nauhoilla, joiden toinen pää sidottiin puunrungon ympäri ja toisessa päässä olevilla koukuilla katemateriaali pingotettiin leijumaan noin kymmenen sentin korkeudelle maasta (Kuva 5). Katemateriaalia ei poistettu kasvukauden aikana, jolloin ruoho sai kasvaa leikkaamattomana sen alla. Verranteen rivivälissä ruoho leikattiin.

### 4.3 Koe 2 Honeycrisp-lajikkeella

Selah'ssa tehdyssä kokeessa omenalajikkeena oli 'Honeycrisp' ja sen perusrunkona M7. Kokeessa käsittelyinä olivat Extenday<sup>TM</sup>-kate ja nurmi. Kate oli kudottua polyeteeniä (Kuva 3) ja nurmi toimi verranteena. Katekäsittelyissä katteet asetettiin niin, että ne olivat aina molemmilla puolilla puuriviä. Kerranteita oli kuusi, jolloin koeruutuja oli yhteensä kaksitoista. (Liite 1) Extenday<sup>TM</sup> ja verranne asetettiin vuorotellen koealueelle.



Kuva 5. Katemateriaalin kiinnitys tapahtui suurilla kuminauhoilla, joiden toinen pää oli sidottu puun runkoon ja toinen pää kiinnitetty hakasilla katteeseen. Kuvassa Honeycrisp-lajike.

Tämä koe suoritettiin yksityisen viljelijän hedelmätarhalla eikä protokollassa ilmoitettu kaikkia tietoja, kuten tuenta- ja kastelumenetelmää. Katemateriaalin levitys, kiinnitys ja käsittelyalueiden merkitseminen toteutettiin samalla tavalla kuin Gala-lajikkeelle tehdyssä kokeessa.

### 4.4 Koe 3 Granny Smith -lajikkeella

Royal Cityssä katekoe suoritettiin Granny Smith -lajikkeella. Puiden perusrunkoina oli M9. Kokeessa käsittelyinä olivat Extenday<sup>TM</sup>-kate ja

nurmi, joka toimi verranteena. Katemateriaali oli samanlainen kuin Honeycrisp-lajikkeelle tehdyssä kokeessa. Kerranteita oli kaksi. (Liite 1)

Katteiden levitys, kiinnitys ja käsittelyiden erottaminen toisistaan toteutettiin samalla tavalla kuin kokeessa 1. Kate oli paikoillaan koalueella sen asettamisesta sadonkorjuuseen asti.

Tuentamenetelmänä oli V-tuenta säleikössä, jossa vierekkäiset puut olivat tuettu eri suuntiin riviväleihin päin (Kuva 6). Kastelu hoidettiin sprinklereillä, jotka oli sijoitettu puuriveihin. Lisäksi koalueen puiden yläpuolella oli sprinklereitä ilman jäähdyttämistä varten.



Kuva 6. Esimerkki säleikössä olevasta V-tuennasta Granny Smith -lajikkeella.

Granny Smith -lajikkeen koalueen puut olivat neljän vuoden ikäisiä. Istutusstiheys oli 2 jalkaa eli noin 60 cm ja riviväli oli 12 jalkaa eli noin 3,65 metriä.

### 4.5 Mittaukset, havainnot ja tilastollinen käsittely

Hedelmänäytteet kerättiin sadonkorjuun aikaan ja näytteet tutkittiin laboratoriossa. Kokonaissato kirjattiin myös ylös. Gala-lajikkeen laboratoriomittauksia varten otettiin jokaisesta koelohkosta näyte neljästä puusta, kustakin viisi hedelmää. Näytteenottokertoja oli kaksi, vaikka kokonaissadon poimiminen tapahtui kolmella korjuukerralla. Laboratoriokokeiden tuloksissa on huomioitu vain kahden ensimmäisen korjuukerran näytteet, sillä kolmannen korjuukerran satotaso oli hyvin pieni. Honeycrisp-lajikkeen näytteet kerättiin jokaisella koelohkolla kolmesta puusta. Näytteenottokertoja oli kaksi. Toisella kerralla poimittiin loput hedelmät. Jokaisella näytteenottokerralla valittiin satunnaisesti kymmenen omenaa kustakin puusta. Näytteiden keruu ja sadonkorjuu suoritettiin kypsyuden perusteella. Granny Smith -lajikkeen laboratoriokokeita varten hedelmänäytteitä kerättiin kymmenestä puusta

jokaisesta koelohkosta. Kustakin puusta kerättiin kymmenen hedelmää. Näytteiden keruu ja sadonkorjuu tapahtui yhdellä sadonkorjuukerralla.

Laboratoriossa mitattiin hedelmien läpimitta, paino, kiinteys, liukoinen kuiva-ainepitoisuus, happoisuus sekä tarkasteltiin silmämääräisesti korkkiuman esiintymistä ja hedelmän väritymistä. Hedelmien makeus eli liukoinen kuiva-ainepitoisuus mitattiin mehunäytteistä digitaalisella Atago PR-32A-refraktometrillä eli Brix-mittarilla. Omenan kiinteys mitattiin elektronisella penetrometrillä (Fruit texture analyser FTA), joka ilmaisee sen voiman määrän, mikä tarvitaan läpäisemään hedelmän malto tietyn kokoisella koettimella. Laite antoi tulokset suoraan tietokoneelle Excel-tiedostoon. Tulokset mitattiin paunoina ja ne on jälkepäin muutettu kiloiksi. Hedelmämehestä mitattiin titrattava happoisuus automatisoidulla laitteella (Metrohm Automated Titration Systems), joka antoi tulokset suoraan tietokoneelle.

Aineiston tilastollisessa käsittelyssä keskiarvot laskettiin SAS-ohjelmalla (SAS Institute, Cary, NC). Saatuja keskiarvoja vertailtiin Tukeyn testillä kymmenen prosentin tasolla. Merkitsevyys perustui arcsine data muutoksiin, kun arvot oli ilmaistu prosentteina.

## 5 TULOKSET

Kasvukausi ei eronnut paljoa tavanomaisesta, vaikka kesä olikin jonkinverran sateisempi ja aavistuksen viileämpi kyseisellä aluevyöhykkeellä. Toukokuusta syyskuuhun sadetta kertyi noin 184 mm. Tavallisesti keskimääräinen sademäärä tällä aikavälillä on 100 mm, mutta luvut vaihtelevat paljon vuosittain. Kyseisen viiden kuukauden keskilämpötila oli noin 15 astetta eli hieman keskimääräistä alhaisempi. (National oceanic and atmospheric administration n.d.)

### 5.1 Koe 1 'Gala'

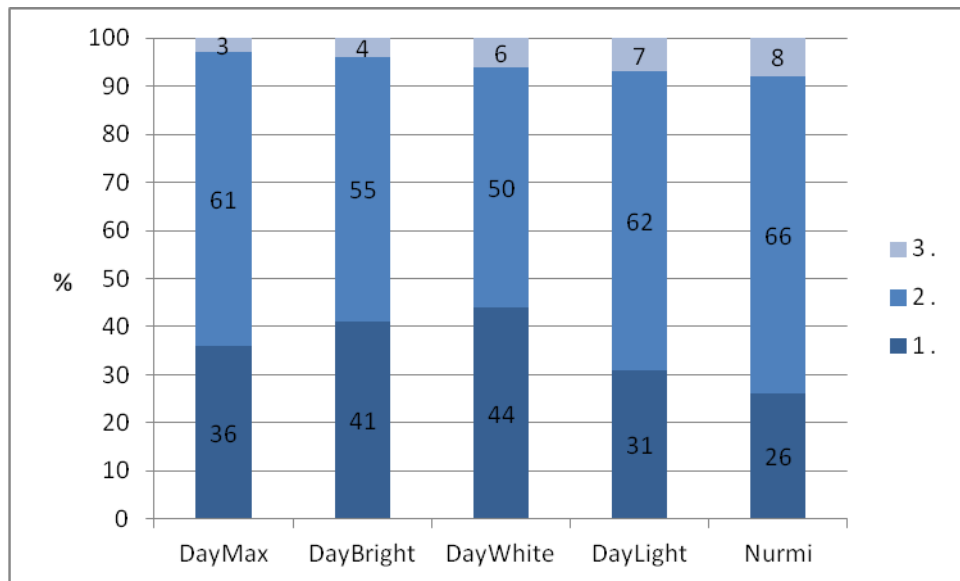
Katekäsittelyiden välillä oli vain pieniä eroja hedelmän painossa, läpimitassa ja satotasossa. Hedelmät olivat ensimmäisellä sadonkorjuukerralla keskimäärin hieman suurempia verrattuna toiseen sadonkorjuukertaan. Suurin sato oli DayLight-käsittelyssä, jossa puuta kohden tuli keskimäärin 25,6 kg hedelmiä. Pienin sato oli DayWhite-käsittelyssä, jossa hedelmiä tuli 24,4 kg puuta kohden. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Hedelmien lukumäärässä puuta kohden ei ollut suuria eroja eri käsittelyiden välillä (Taulukko 1). Hedelmien läpimitta oli alunperin ilmoitettu tuumina ja on jälkepäin muutettu senttimetreiksi.

Taulukko 1. Gala-lajikkeen hedelmien paino, läpimitta ja sadon paino sekä omenien lukumäärä eri korjuukerroilla ja eri käsittelyissä.

	Keskipaino (g)	Läpimitta (cm)	Satotaso (kg/puu)	Satotaso (kpl/puu)
1. Sadonkorjuukerta				
DayMax	239	7,80	-	-
DayBright	242	7,90	-	-
DayWhite	245	7,90	-	-
DayLight	254	8,00	-	-
Nurmi	244	7,92	-	-
2. Sadonkorjuukerta				
DayMax	227	7,72	-	-
DayBright	229	7,70	-	-
DayWhite	227	7,70	-	-
DayLight	224	7,62	-	-
Nurmi	225	7,67	-	-
Kokonaissato yht.				
DayMax	-	-	25,2	112
DayBright	-	-	25,4	111
DayWhite	-	-	24,4	115
DayLight	-	-	25,6	116
Nurmi	-	-	24,7	115

p<0,1.

Korjuukypsyys perustui hedelmien väritymiseen. Katekäsittelyissä satoa voitiin korjata ensimmäisellä korjuukerralla suurempi määrä kuin verranteen puista. Ensimmäisellä sadonkorjuukerralla poimittiin DayWhite-käsittelystä 44 % kokonaissadosta, DayBright-käsittelystä 41 % ja verranteesta 26 % (Kuvio 1). Ensin mainittu heijastaa tutkituista katteista kolmanneksi eniten valoa ja toinen toiseksi eniten. Näillä kahdella katekäsittelyllä erot verranteeseen olivat tilastollisesti merkitseviä. Vaikka muidenkin katekäsittelyiden puista voitiin ensimmäisellä sadonkorjuukerralla kerätä suurempi määrä kokonaissadosta, ei ero ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä nurmeen verrattuna. Eniten valoa heijastavasta DayMax-käsittelystä poimittiin 36 % kokonaissadosta.

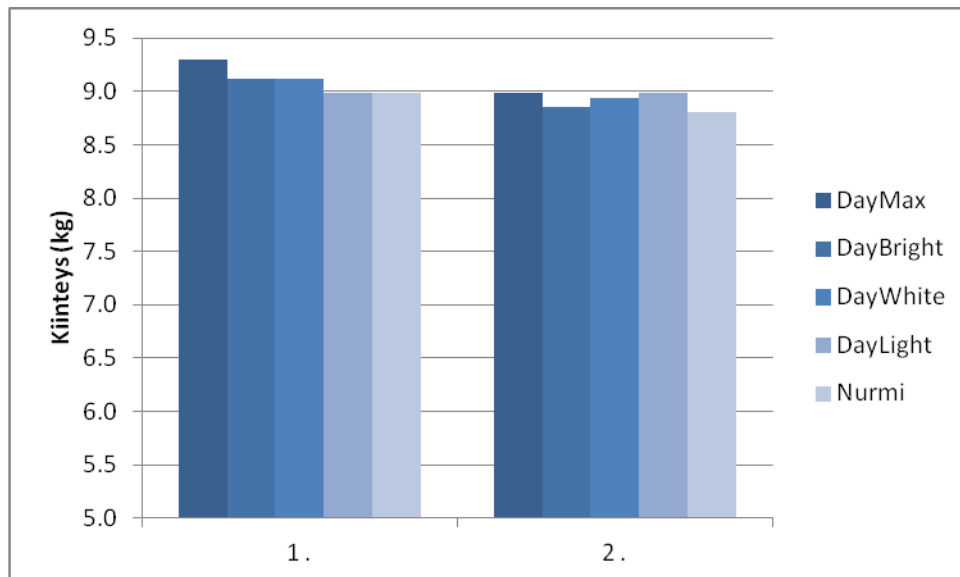


Kuvio 1. Gala-lajikkeen sato prosentteina kokonaissadosta eri sadonkorjuukerroilla. Numero kuvion oikeassa reunassa kuvaa sadonkorjuukertaa.

Toisella sadonkorjuukerralla vain DayWhite-käsittelyllä oli merkitsevä ero nurmeen. Siinä satoa korjattiin selkeästi vähemmän kuin muissa käsittelyissä. Tosin tämä selittyy sillä, että ensimmäisen sadonkorjuukerran jälkeen siihen ei jäänyt yhtä paljoa hedelmiä kuin muissa käsittelyissä (Kuvio 1). Itse hedelmien väritymisessä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, vaikka hedelmät värittyivätkin eri aikaan. Kaikkien käsittelyiden hedelmät olivat yhtä punaisia.

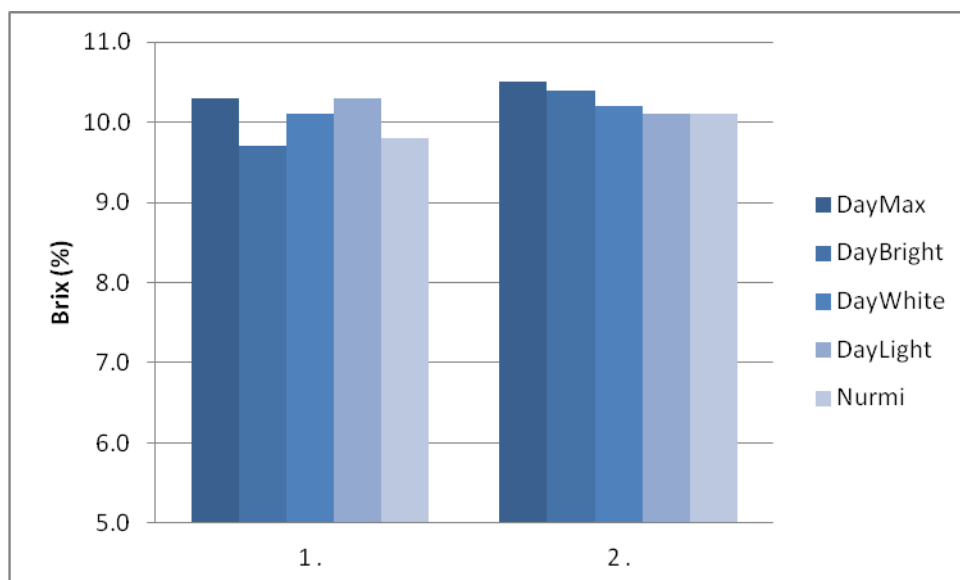
Hedelmän kiinteys on yksi niistä tekijöistä, joilla mitataan sen kypsyysastetta ja laatua. Mallon kiinteys vaikuttaa myös varastointikestävyyteen. Hedelmän kiinteyttä mitattaessa havaittiin ensimmäisellä sadonkorjuukerralla tilastollisesti merkitseviä eroja, mutta toisella sadonkorjuukerralla erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. DayMax-käsittelyn hedelmät olivat merkitsevästi kiinteämpiä kuin verranteessa ja DayLight-käsittelyssä (Kuvio 2). Muissakin katekäsittelyissä hedelmät olivat hieman kiinteämpiä, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.





Kuvio 2. Hedelmien kiinteys ensimmäisellä ja toisella sadonkorjuukerralla eri käsittelyissä Gala-lajikkeella.

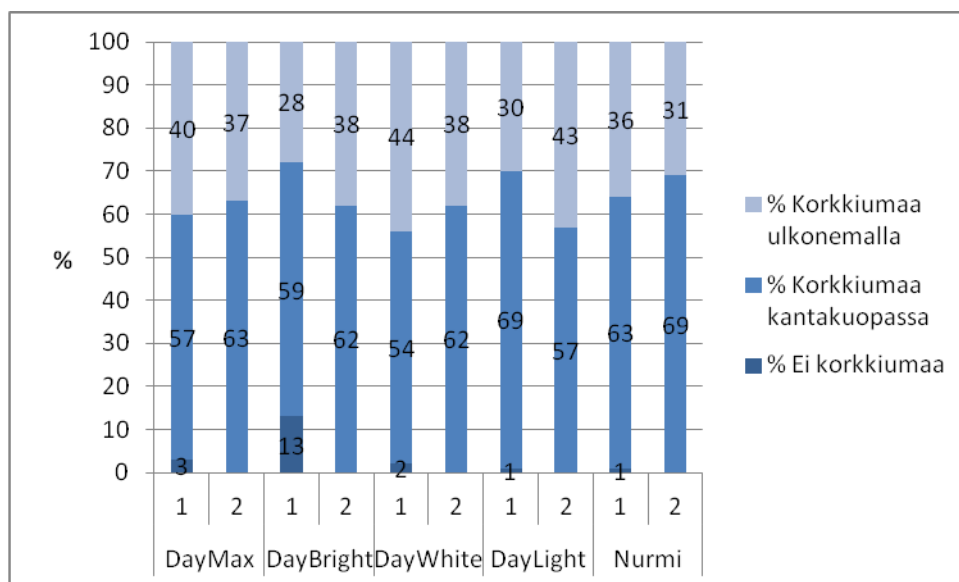
Liukoisen kuiva-aineen pitoisuuksissa oli pieniä eroja käsittelyiden välillä. DayMax-käsittelyn hedelmissä oli tilastollisesti merkitsevä ero nurmeen verrattuna molemmilla sadonkorjuukerroilla. Katekäsittelyn omenat olivat makeampia. Brix-arvo DayMax-käsittelyssä oli keskimäärin 10,3 ja verranteessa luku oli 9,8 ensimmäisellä sadonkorjuukerralla (Kuvio 3). DayLight-katteella, joka oli vähiten auringonvaloa heijastava kaikista neljästä katteesta, merkitsevä ero nurmeen syntyi vain ensimmäisellä sadonkorjuukerralla Brix-arvon ollessa myös 10,3. Muilla katekäsittelyillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja nurmeen verrattuna kummallakaan sadonkorjuukerralla.



Kuvio 3. Hedelmien liukoinen kuiva-ainepitoisuus eri käsittelyissä ensimmäisellä ja toisella sadonkorjuukerralla Gala-lajikkeella. Brix (%) -arvo kuvaa liukoisen kuiva-aineen määrää.

Hedelmien happoisuuteen katekäsittelyillä ei ollut vaikutusta. Kaikissa käsittelyissä titrattava happoisuus oli 0,340–0,370.

Gala-lajikkeelle on ominaista korkkiuman esiintyminen kantakuopassa. Tilastollisesti merkitsevä ero oli vain toiseksi eniten valoa heijastavalla DayBright-katteella ensimmäisellä sadonkorjuukerralla verrattuna muihin käsittelyihin. Tällöin 13 prosentilla DayBright-katteen omenoista ei ollut korkkiumaa. Muissa käsittelyissä ensimmäisen sadonkorjuukerran omenoista ilman korkkiumaa oli vain 0–3 % (Kuvio 4).



Kuvio 4. Korkkiuman esiintyminen hedelmissä kokonaissadosta eri käsittelyissä Gala-lajikkeella. Numerot 1 ja 2 sarakkeiden alapuolella kuvaavat sadonkorjuukertoja.

Toisella sadonkorjuukerralla kaikissa hedelmissä esiintyi korkkiumaa. Suurin osa korkkiumasta oli jäänyt kantakuoppaan, mutta monessa näytteessä sitä oli noussut myös kuopan ulkonemalle. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

### 5.2 Koe 2 'Honeycrisp'

Hedelmien painon ja sadon määrän suhteen katekäsittelyn ja verranteen välillä oli eroja. Katekäsittelyn omenat olivat merkitsevästi painavampia molemmilla korjuukerroilla verrattuna nurmeen. Ensimmäisen sadonkorjuukerran hedelmät katekäsittelyssä olivat keskimäärin 24 grammaa painavimmat kuin verranteessa. Toisen sadonkorjuukerran omenoissa ero oli 16 grammaa. Sato ja hedelmien lukumäärä puuta kohden olivat merkitsevästi suurempia katekäsittelyssä kuin verranteessa (Taulukko 2). Sen sijaan hedelmien läpimitta ei eronnut merkitsevästi Extenday<sup>TM</sup>-käsittelyn ja verranteen välillä.

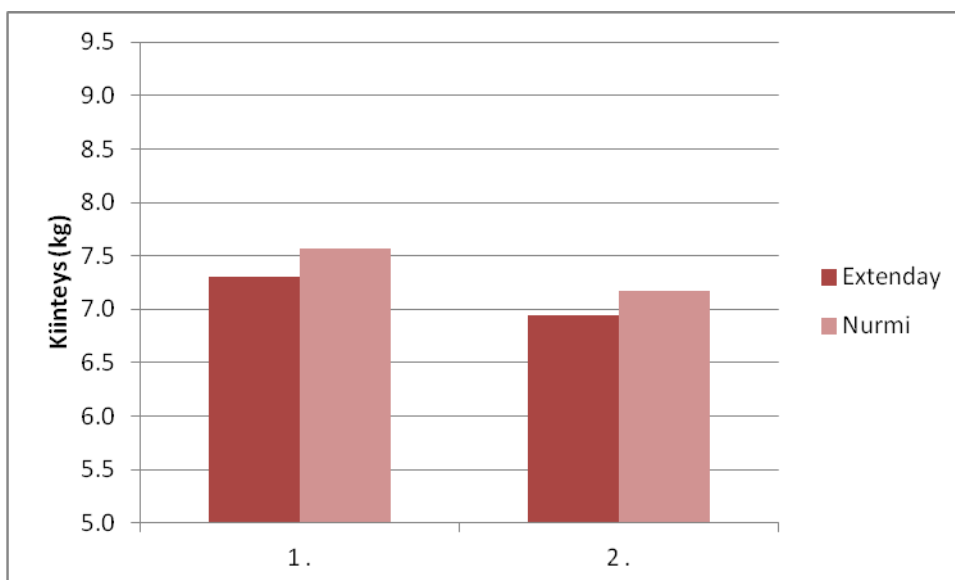
Taulukko 2. Honeycrisp-lajikkeen hedelmien paino, läpimitta ja sadon paino sekä omenien lukumäärä eri korjuukerroilla ja eri käsittelyissä. Tilastollisesti merkitsevät erot on kuvattu eri kirjaimin (a ja b)

	Keskipaino (g)	Läpimitta (cm)	Satotaso (kg/puu)	Satotaso (kpl/puu)
1. Korjuukerta				
Extenday	237 a	8,13	-	-
Nurmi	213 b	7,87	-	-
2. Korjuukerta				
Extenday	222 a	7,87	-	-
Nurmi	206 b	7,87	-	-
Kokonaissato yht.				
Extenday	-	-	97,0 a	472 a
Nurmi	-	-	70,0 b	361 b

p<0,1.

Väritymisessä ja väritymisen perusteella tehdyissä sadonkorjuukerroissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyiden välillä. Kun katekäsittelyn kokonaissadon määrästä voitiin kerätä ensimmäisellä sadonkorjuukerralla 42 prosenttia, oli vastaava luku verranteessa 45 prosenttia. Näin ollen toisella sadonkorjuukerralla katekäsittelystä kerättiin 58 prosenttia kokonaissadosta ja verranteesta 55 prosenttia.

Hedelmän kiinteydessä oli tilastollisesti merkitseviä eroja ensimmäisellä sadonkorjuukerralla. Molemmilla korjuukerroilla kiinteämmät hedelmät olivat nurmella kasvaneissa puissa (Kuvio 5). Sekä Extenday<sup>TM</sup>-käsittelyssä että verranteessa hedelmien kiinteyts väheni toisella sadonkorjuukerralla.



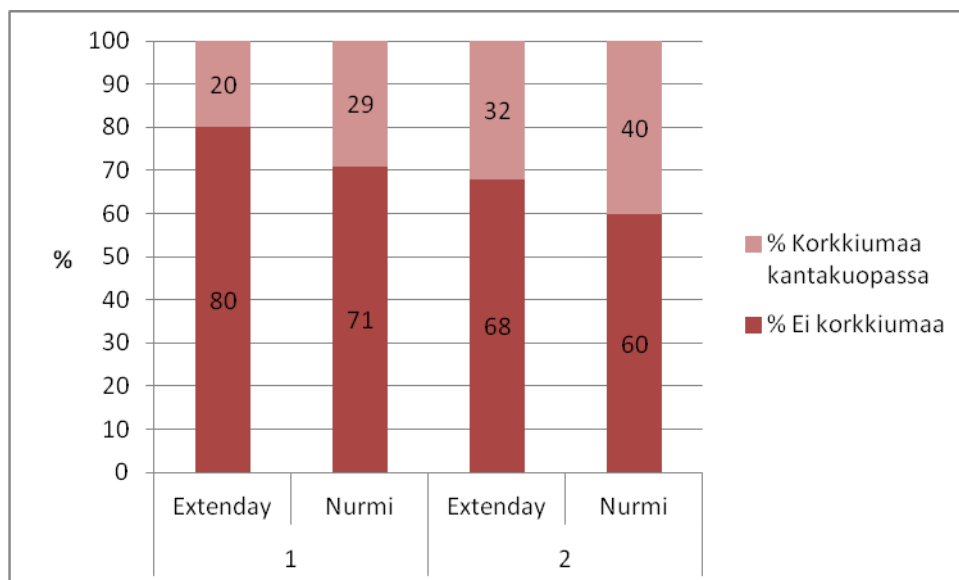
Kuvio 5. Honeycrisp-lajikkeen hedelmien kiinteyts kummassakin käsittelyssä kahdella sadonkorjuukerralla.

Liukoisessa kuiva-ainepitoisuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja katekäsittelyn ja nurmen välillä. Extenday<sup>TM</sup>-käsittelyssä hedelmien

Brix-arvo oli ensimmäisellä sadonkorjuukerralla 14,0 ja toisella sadonkorjuukerralla 13,5. Nurmella kasvaneiden hedelmien vastaavat Brix-arvot olivat 14,1 ja 13,6. Sekä nurmella että katekäsittelyssä hedelmät olivat hieman makeampia ensimmäisellä sadonkorjuukerralla kuin toisella sadonkorjuukerralla.

Käsittelyillä ei ollut vaikutusta myöskään hedelmien happoisuuteen. Katekäsittelyn hedelmissä ensimmäisellä sadonkorjuukerralla titrattavan happamuuden määrä oli 0,45, kun se verranteessa oli 0,47. Toisen sadonkorjuukerran hedelmissä happoisuudet olivat hieman alhaisemmat kuin ensimmäisellä kerralla molemmissa käsittelyissä. Titrattava happamuus katekäsittelyn omenoissa oli 0,41 ja nurmella 0,42.

Suurimmassa osassa omenia ei esiintynyt korkkiuraa kummallakaan sadonkorjuukerralla. Katekäsittelyn omenissa sitä oli vähemmän kuin verranteen omenissa (Kuvio 6). Tilastollisesti merkitsevä ero oli ensimmäisellä korjuukerralla niissä omenissa, joissa esiintyi korkkiuraa ja toisella korjuukerralla niissä omenissa, joissa ei esiintynyt korkkiuraa.



Kuvio 6. Korkkiuran esiintyminen hedelmissä kokonaissadosta Honeycrisp-lajikkeella. Numerot 1 ja 2 kuvaavat sadonkorjuukertoja.

Korkkiuraa esiintyi yksinomaan kannan syvennyksessä. Toisella sadonkorjuukerralla korkkiuraa oli prosentuaalisesti enemmän kuin ensimmäisellä kerralla (Kuvio 6).

### 5.3 Koe 3 'Granny Smith'

Granny Smith -lajikkeelle tehdyssä kokeessa katekäsittelyn ja verranteen hedelmillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja hedelmien läpimitassa tai painossa. Sadon määrässä sitävastoin erot olivat merkitseviä. Katekäsittelyssä hedelmiä oli puuta kohden kilomäärissä selkeästi enemmän kuin verranteessa. Verranteessa satotaso oli 16,8 kiloa ja katekäsittelyssä 24,7 kiloa puuta kohden. Suurempi satotaso tosin selittyi

sillä, että hedelmiä oli puuta kohti enemmän kuin verranteessa, vaikka omenien koossa ei ollut merkitseviä eroja. Hedelmien lukumäärä puuta kohden katekäsittelyssä oli 130 kappaletta ja verranteessa luku oli 86 (Taulukko 3).

Taulukko 3. Granny Smith -lajikkeen hedelmien paino ja läpimitta sekä sato kiloissa ja hedelmien lukumäärässä puuta kohden. Tilastollisesti merkitsevät erot on kuvattu eri kirjaimin (a ja b).

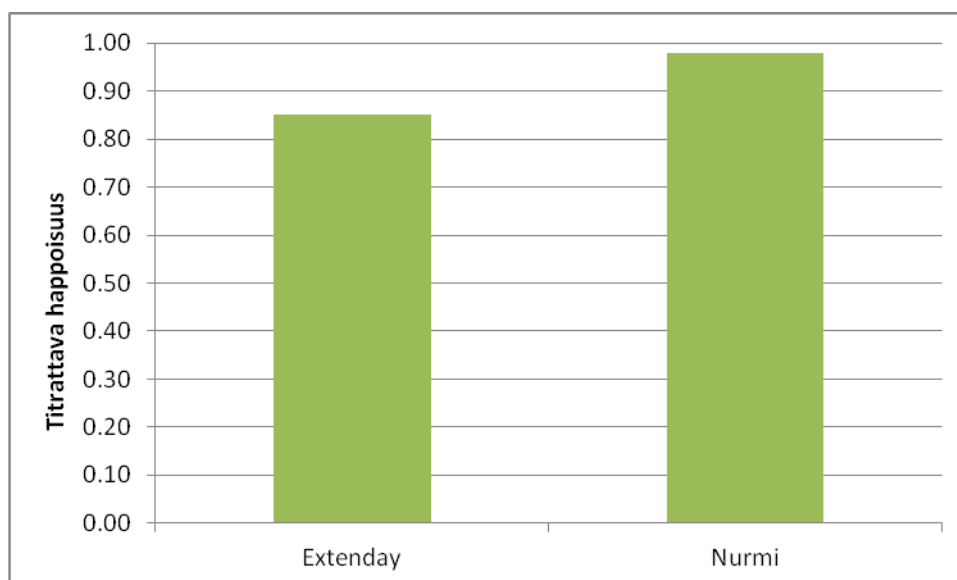
	Keskipaino (g)	Läpimitta (cm)	Satotaso (kg/puu)	Satotaso (kpl/puu)
Extenday	192	7,62	24,7 a	130 a
Nurmi	201	7,72	16,8 b	86 b

p<0,1.

Sadonkorjuukertoja Granny Smith -lajikkeella oli yksi. Koko sato korjattiin samalla kertaa, kun näytteet kerättiin. Hedelmä on lajikeominaisuudeltaan kokonaan vihreä ja katekäsittelyllä ei ollut väriin vaikutusta.

Hedelmien kiinteydessä käsittelyiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero. Nurmella kasvaneiden omenien kiinteyks oli keskimäärin 8.89 (kg) ja katteella kasvaneiden omenien kiinteyks 8,53 (kg). Sitä vastoin liukoiseen kuiva-ainepitoisuuteen katteella ei ollut vaikutusta. Brix-arvo katekäsittelyn hedelmillä oli 12,7 ja verranteen hedelmillä 13,0.

Happopitoisuudessa erot tuloksissa olivat tilastollisesti merkitseviä. Verranteen hedelmien happoisuus oli korkeampi. Katekäsittelyn omenoiden titrattava happoisuus oli keskimäärin 0,85 kun taas verranteen omenoiden titrattava happoisuus oli 0,98 (Kuvio 7).



Kuvio 7. Granny Smith -lajikkeen hedelmien happoisuus eri käsittelyissä.

Granny Smith -lajikkeella ei luonnostaan esiinny paljoa korkkiumaa. Katekäsittelyssä 95 % hedelmistä ei esiintynyt korkkiumaa lainkaan ja

verranteessa vastaava luku oli 91 prosenttia. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

### 5.4 Tulosten tarkastelu

Katekäsittelyn vaikutus hedelmän painoon riippui lajikkeesta. Honeycrisp-lajikkeen hedelmät olivat katekäsittelyissä painavampia kuin verranteessa. Gala- ja Granny Smith -lajikkeilla kyseistä vaikutusta ei ollut. Tulokset ovat yhtenevät vuonna 2008 Granny Smith -lajikkeelle tehdyn kokeen kanssa (Jackman 2008, 7–8) sekä vuonna 2007 Gala-lajikkeelle tehdyn kokeen kanssa (Castillo ym. n.d., 5–6). Katekäsittelyt eivät vaikuttaneet hedelmien läpimittaan.

Useissa kokeissa heijastava kate on lisännyt satoa. Joko hedelmät ovat suurempia katteen vaikutuksesta tai niitä on enemmän. (Castillo ym. n.d., 3.) Tämä on nähtävissä myös kokeessa 3 Granny Smith -lajikkeella (Taulukko 3). Myös Honeycrisp-lajikkeen sato puuta kohden suureni katteen vaikutuksesta. Vaikka kokeessa 1 kate ei parantanut Gala-lajikkeen satoa, on aikaisemmissa kokeissa huomattu katteen vaikuttaneen siihen positiivisesti, kuten vuoden 2007 kokeessa (Castillo ym. n.d., 5). Kuitenkin esimerkiksi Gala-, Pinova-, Jonagold- ja Jonagored-lajikkeille tehdyissä kokeissa katteilla ei ollut merkitsevää vaikutusta satotasoon (Castillo ym. n.d., 6; Buler ym. 2007, 45–46, 48–49).

Liukoiseen kuiva-ainepitoisuuteen katteet vaikuttivat vain Gala-lajikkeella. Tämä huomattiin myös vuonna 2007 tehdyssä kokeessa kyseisellä lajikkeella (Castillo ym. n.d., 6). Makeampia hedelmiä katteiden vaikutuksesta aikaisemmin on saatu esimerkiksi Aroma-omenalla (Hjeltnes ym. 2007, 668).

Hedelmien happoisuudessa oli eroja ainoastaan Granny Smith -lajikkeella, jolla kate vähensi happoisuutta. Gala- ja Honeycrisp-lajikkeiden kohdalla katteilla ei ollut vaikutusta hedelmien happoisuuteen. Aikaisemmat tulokset ovat yhteneviä Granny Smith -lajikkeen kanssa, mutta eivät Gala-lajikkeen kanssa.

Kate vaikutti kaikilla kolmella lajikkeella hedelmien kiinteyteen, mutta tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä vain ensimmäisellä sadonkorjuukerralla niillä lajikkeilla, joille suoritettiin useampi korjuukerta. Gala-lajikkeella katteilla kasvaneet hedelmät olivat kiinteämpiä, mutta Honeycrisp- ja Granny Smith -lajikkeilla katteilla kasvaneet hedelmät olivat pehmeämpiä kuin verranteissa. Useassa aikaisemmassa kokeessa katteet eivät ole vaikuttaneet hedelmien kiinteyteen. Kuitenkin Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d., 6) Gala-lajikkeella ja Ruotsissa (Johansson ym. 2005, 1418) Aroma-lajikkeella tehdyissä kokeissa katekäsittely antoi hieman kiinteämmät hedelmät.

Hedelmien mallon pehmeneminen liittyy hedelmän kypsymiseen. Tämä viittaa siihen, että Honeycrisp- ja Granny Smith -lajikkeiden omenoiden kypsyminen aikaistui katteiden vaikutuksesta. Tosin katteiden vaikutusten

tulkintaa mutkistaa Gala-lajikkeen hedelmien kiinteyden lisääntyminen, vaikka erot olivatkin melko pieniä. Tähän mennessä saaduista tuloksista on vaikea päätellä, johtuvatko erot lajikkeesta vai kenties hedelmien tasaisemmasta väritymisestä johtuvasta aikaisemmasta kypsymisestä tai jostain muusta.

Katteiden vaikutusta korkkiuman esiintymiseen hedelmässä ei ole tutkittu paljoa aikaisemmissa kokeissa. Tässä kokeessa katteet vähensivät korkkiumaa Honeycrisp-lajikkeilla. Gala-lajikkeella vaikutukset eivät olleet kovin laajat. DayBright-katteella ensimmäisellä sadonkorjuukerralla ilman korkkiumaa oli 13 prosenttia hedelmistä, kun muissa käsittelyissä luku oli lähellä nollaa. Katteella ei ollut vaikutusta korkkiuman esiintymiseen toisella sadonkorjuukerralla. Tulokset vaihtelivat kokeittain ja mahdollisesti muut tekijät kuin kate vaikuttivat korkkiuman esiintymiseen enemmän. Korkkiumaa lisäävät esimerkiksi eräät tuholaiset, taudit, halla ja kasvinsuojeluaineet.

Gala-lajikkeella katteiden ansiosta satoa voitiin korjata suurempi määrä ensimmäisellä sadonkorjuukerralla eli hedelmät värittyivät aikaisemmin kuin verranteessa. Tästä voidaan päätellä, että mahdollisesti sadonkorjuukerrat voivat vähentyä. Tulokset ovat yhtenevät Aroma-lajikkeelle Norjassa (Hjeltnes ym. 2007, 667) vuonna 2003 ja Gala-lajikkeelle Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d., 3) vuonna 2007 tehtyjen kokeiden kanssa. Katteilla ei ollut vaikutusta Honeycrisp-lajikkeen sadon aikaistumiseen hedelmien väritymisen perusteella. Vihreän Granny Smith-lajikkeen hedelmien väriin katteilla ei ollut vaikutusta.

Katteilla ei ollut vaikutusta punertavien lajikkeiden hedelmien värin syvyyteen. Gala- ja Honeycrisp-lajikkeilla hedelmät olivat yhtä punaisia niin katekäsittelyissä kuin verranteissa. Tämä tulos ei ole yhdenmukainen monen aikaisemmin tehdyn kokeen kanssa, mutta tulokset toki vaihtelevat lajikkeen ja sääolojen mukaan. Heijastavat katteet ovat antaneet paremmin värittyneet hedelmät esimerkiksi Gala-lajikkeella Yhdysvalloissa (Castillo ym. n.d., 3), Aroma-lajikkeella Norjassa (Hjeltnes ym. 2007, 667), Pinova-, Jonagold- ja Jonagored-lajikkeilla Puolassa (Buler ym. 2007, 44, 47, 50) sekä Fuji-lajikkeella Kanadassa (Gardner n.d.).

## 6 POHDINTA

Tulosten perusteella heijastavat katteet aikaistavat sadon kypsymistä. Katteita käytettäessä tulee kiinnittää huomiota sadonkorjuun ajankohtaan, jotta saavutetut edut eivät mene hukkaan ja etteivät hedelmät kasva ylikypsiksi. Ylikypsien hedelmien varastointikestävyys heikkenee. Lisätutkimukset olisivatkin suositeltavia tarkempien ja laajempien tulosten saamiseksi.

Hedelmien tasaisemmasta väritymisestä on hyötyä vain silloin, kun omenat menevät tuoremarkkinoille, jolloin viljelijä saa suuremman osan hedelmistään kerralla myyntiin kuin kilpailija. Jos sadon kypsymisen tasoittumisella saadaan sadonkorjuukertoja vähennettyä, voidaan mahdollisesti säästää työvoimakustannuksissa.

Yleisesti katsoen Gala-lajikkeelle tehdyn kokeen neljästä heijastavasta katteesta kannattaa hedelmätarhaan levittää DayWhite-kate, joka on näistä kolmanneksi eniten valoa heijastava. Se edisti sadonkorjuuta eniten. Katteiden käyttö ei kuitenkaan vaikuta olevan yleisesti katsoen kannattavaa Gala-lajikkeella tämän kokeen perusteella, vaikka katteet paransivatkin hedelmien laadullisia ominaisuuksia (kiinteys, makeus). Erot ovat kuitenkin hyvin pieniä, jolloin taloudellista hyötyä tuskin on saatavissa. Tässä tapauksessa olisikin suositeltavaa tutkia hedelmien varastointikestävyyttä, kuten Ruotsissa, jolloin katteen positiiviset vaikutukset hedelmän laadun suhteen ilmenivät vasta varastoinnin jälkeen.

Tämän kokeen perusteella Extenday<sup>TM</sup>-kate kannattaa levittää Honeycrisp- ja Granny Smith -lajikkeille sadon lisäämiseksi. Hedelmien lukumäärän lisääntymiseen vaikuttaa kaksi tekijää. Ensinnäkin raakileharvennuksessa puuhun voidaan jättää enemmän raakileita lisävalon mahdollistaessa puun suuremman sadonkantokyvyn. Toisekseen lisävalo voi vaikuttaa siihen, että kukka-aiheita kehittyä enemmän latvuksen ala- ja keskiosiin, kun katetta käytetään useana vuonna peräkkäin. Oletus on, että lisääntyneen fotosynteesin myötä puu pystyy kantamaan suuremman määrän hedelmiä niiden koon kärsimättä. Katteen levitystä Honeycrisp-lajikkeella puoltaa myös se, että hedelmät olivat painavampia katekäsittelyssä.

Suomalaisissa omenatarhoissa olisi mielenkiintoista tutkia heijastavien katteiden vaikutuksia, sillä niiden käytöstä on saatu positiivisia tuloksia Ruotsissa ja Norjassa. Suomessa kannattaisi tutkia, lisäävätkö heijastavat katteet hedelmäsatoa niin paljon, että niiden käyttö täällä olisi kannattavaa. Voisi kiinnittää huomiota myös siihen, voidaanko katteiden avulla parantaa omenoiden varastointikestävyyttä ja näin pidentää niiden myynti-ikää sekä vähentää hävikkiä. Suomessa voisi myös tutkia katteiden vaikutuksia punaisten lajikkeiden väritymiseen tuoremyyntiin menevillä lajikkeilla.

Heijastavien katteiden vaikutusten tutkiminen Suomessa voisi olla esimerkiksi hyvä aihe opinnäytetyölle. Mielenkiintoista olisi kokeilla sekä metallisoitua muovia että valkoista kudottua katetta, koska valo heijastuu niistä erilaisilla. Metallisoidusta katteesta valo suuntaheijastuu peilin tavoin



suoraan, kun taas kudotusta kankaasta valonsäteet hajaheijastuvat eri suuntiin. Tutkimusta kannattaisi tehdä useana vuonna peräkkäin, sillä osa puuhun vaikuttavien tekijöiden vaikutuksista tulee näkyviin vasta seuraavana vuonna (esim. kukka-aiheiden muodostuminen). Huomion arvoista olisi tarkastella myös katteiden vaikutusta sadon kypsymisen aikaistumiseen, sillä Suomessa on verraten lyhyet kasvukaudet. Edistäisivätkö katteet omenoiden väritymistä niin, että sillä voitaisiin kompensoida lyhyttä kasvukautta? Sadon kypsymisen aikaistumisella voitaisiin varmistaa talvilajikkeiden poiminta ennenkuin ilmat kylmenevät liikaa, etenkin jos syksy on normaalia kylmempi.

## LÄHTEET

- About apple trees n.d. Viitattu: 2.3.2013.  
[http://www.aboutappletrees.com/granny\\_smith\\_apple\\_tree.shtml](http://www.aboutappletrees.com/granny_smith_apple_tree.shtml)
- Beale, C. V., Grout, B. W. W. & Johnson, T. P. C. 2004. The positive influence of year-round reflective mulch on apple yield and quality in commercial orchards. *Acta Horticulturae* 636, 513–519.
- Buler, Z., Michalska, B., Mika, A., Rutkowski, K. & Treder, W. 2007. Effects of orchard mulching with reflective mulch on apple tree canopy irradiation and fruit quality. Research institute of pomology and floriculture. *Journal of fruit and ornamental plant research* 15, 41–53.
- Castillo, F., Hanrahan, I., McFerson, J. R. & Schmidt, T. R. n.d. Reflective ground covers increase yields of target fruit. Washington tree fruit research commission, Washington, USA.
- Childers, K. S. & Folta, K. M. 2008. Light as a growth regulator: controlling plant biology with narrow-bandwidth solid-state lighting systems. *HortScience* 43 (7), 1957–1964.
- Gardner, J. n.d. Using reflective mulch for light management in orchards. Ministry of agriculture and food, Ontario. Viitattu 9.4.2012.  
[http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/orchard\\_mulch.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/orchard_mulch.htm)
- Grappadelli, L. C. 2003. Light relations. Teoksessa Ferree, D. C. & Warrington, I. J. *Apples: botany, production and uses*. CABI publishing, 195–213.
- Green, S. R., Greer, D. H., McLeod, D. J. & McNaughton, K. G. 1995. Measurement of the increased PAR and net all-wave radiation absorption by an apple tree caused by applying a reflective ground covering. *Agricultural and forest meteorology* 76:1995, 163–182.
- Gurnsey, S. & Lawes, G. S. 1999. Improving apple color. WSU tree fruit research & extension centre, (Originally published in *The Orchardist* of NZ, March 1999). Viitattu 30.3.2013.  
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/RP2000A>
- Hansen, M. 2005a. Reflective fabric benefits many crops. *Good fruit grower*, julkaistu 15. helmikuuta. Viitattu: 17.4.2012.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/February-15th-2005/Reflective-fabric-benefits-many-crops/>
- Hansen, M. 2005b. Growers see improved color from Extenday. *Good fruit grower*, julkaistu 15. helmikuuta. Viitattu: 11.3.2013.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/February-15th-2005/Growers-see-improved-color-from-Extenday/>

Hansen, M. 2006. Reflective material shines in trial. Good fruit grower, julkaistu 1. huhtikuuta. Viitattu: 11.3.2013.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/April-1st-2006/Reflective-material-shines-in-trial/>

Hansen, M. 2007. Extenday extolled for cherries. Good fruit grower, julkaistu 1. huhtikuuta. Viitattu: 11.3.2013.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/April-1st-2007/Extenday-extolled-for-cherries/>

Hjeltnes, S. H., Meland, M. & Vangdal, E. 2007. Reflective mulch (Extenday™) in fruit orchards-Preliminary results. Acta Horticulturae 732, 665–668.

Hydroponic growing systems n.d. Viitattu: 1.5.2013.  
<http://www.hydroponic-growing-systems.com/indoor-grow-lights.html>

Ilmatieteen laitos n.d. Valo ja spektri. Viitattu: 6.5.2013.  
<http://www.geo.fmi.fi/oppimateriaali/envisat/valonsade/spektri.html>

Jackman, R. 2008. Use of Extenday on 'Granny Smith' apples to improve productivity and fruit quality. Extenday. Technical report to Washington Fruit and Produce Co, 3–5.

Johansson, E., Olsson, M. E. & Tahir, I. I. 2005. Groundcover materials improve quality and storability of 'Aroma' apples. HortScience 40 (5), 1416–1420.

Luby & Bedford 1992. Department of horticultural science University of Minnesota. Minnesota agricultural experiment station. Minnesota report 225-1992. Viitattu: 2.3.2013.  
[http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/components/5877\\_01.html](http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/components/5877_01.html)

Mancinelli, A. L. 1985. Light-dependent anthocyanin synthesis: A model system for the study of plant photomorphogenesis. The botanical review 51 (1). Viitattu 30.3.2013.  
<http://link.springer.com/article/10.1007%2F02861059?LI=true>

National oceanic and atmospheric administration n.d. National climatic data center. Viitattu: 6.5.2013. <http://www.ncdc.noaa.gov/cag/>

Orange pippin fruit trees n.d. The comprehensive resource for apples and orchards. Viitattu: 2.3.2013.  
<http://www.orangepippintrees.com/apple-trees/granny-smith>  
<http://www.orangepippin.com/resources/general/apple-rootstocks>

Pankakoski, A. 2006. Puutarhurin kasvioppi. 8.–12. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Rihloma, S. 1997. Värioppi. 6., uusittu painos. Kirjapaino: Tammer-paino Oy. Tampere: Rakennustieto Oy.

Saario, M. 2007. Hedelmäpuun kasvu ja kehitys. Teoksessa Tahvonen, R. (toim.) Omenan viljely. Helsinki: Puutarhaliiton julkaisuja nro 345, 20–26.

Sampson, A. 2005. Research shows positive effects of reflective fabric. Good fruit grower, elokuun julkaisu. Viitattu: 8.3.2013.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/August-2005/Research-shows-positive-effects-of-reflective-fabric/>

Specialty produce n.d. All products. Viitattu: 2.3.2013.  
[http://www.specialtyproduce.com/produce/Gala\\_Apples\\_20111.php](http://www.specialtyproduce.com/produce/Gala_Apples_20111.php)  
[http://www.specialtyproduce.com/produce/Granny\\_Smith\\_Apples\\_2021.php](http://www.specialtyproduce.com/produce/Granny_Smith_Apples_2021.php)

Tahvonen, R. (toim.) 2007. Omenan viljely. Helsinki: Puutarhaliiton julkaisuja nro 345.

Warner, G. 2008. How reflective cloth affects the crop. Good fruit grower, julkaistu 1. huhtikuuta. Viitattu: 11.3.2013.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/April-1st-2008/How-reflective-cloth-affects-the-crop/>

Warner, G. 2009. A particle film on the orchard floor reflects a different kind of light than a plastic film. Good fruit grower, julkaistu 15. tammikuuta. Viitattu: 27.3.2013.  
<http://www.goodfruit.com/Good-Fruit-Grower/January-15th-2009/Sprayable-film/>

## KARTAT KOEJÄRJESTELYISTÄ

Taulukko 4. Kartta koejärjestelystä Gala-lajikkeella. Numero kuvaa kerrannetta. Kirjain kuvaa käsittelyä, jossa A on nurmi, B on DayLight-kate, C on DayWhite-kate, D on DayBright-kate ja E on Day Max-kate.

1C	2A	3D	4B	5E
1B	2E	3C	4A	5D
1A	2D	3B	4E	5C
1E	2C	3A	4D	5B
1D	2B	3E	4C	5A

Taulukko 5. Kartta koejärjestelystä Honeycrisp-lajikkeella. Numero kuvaa kerrannetta, kirjain A Extenday-käsittelyä ja kirjain B nurmea.

4A	4B	5A	5B	6A	6B
1A	1B	2A	2B	3A	3B

Taulukko 6. Kartta koejärjestelystä Granny Smith -lajikkeella. Numero kuvaa kerrannetta. Kirjain A kuvaa Extenday-käsittelyä ja kirjain B kuvaa nurmea.

1A	1B	2A	2B
1A	1B	2A	2B