

Kukintoanalyysien hyödyntäminen mansikan taimien satopotentiaalin ennustamisessa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, puutarhatalous

Kevätlukukausi, 2020

Elina Järvinen

Puutarhatalouden koulutusohjelma
Lepaa

Tekijä	Elina Järvinen	Vuosi 2020
Työn nimi	Kukintoanalyysien hyödyntäminen mansikan taimien satopotentialin ennustamisessa	
Työn ohjaaja	Leena Huhtama	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kukintoanalyysien (flower mapping) käyttökelpoisuutta ja hyödyllisyyttä taimien satopotentialin ennustamisessa ja antaako kukintoanalyysi lisäarvoa suomalaiselle viljelijälle verrattuna taimien perinteiseen kokoluokitteluun. Tavoitteena on taimien satopotentialin lisäksi selvittää myös sitä voidaanko kukintoanalyysistä saatuja tuloksia verrata seuraavan vuoden kukintaan ja tehdä lajikkeiden välistä vertailua. Työssä selvitetään myös miten kukintoanalyysistä tehdään ja tulkitaan.

Tutkittavat lajikkeet olivat ulkomaalaisia eri taimistoilta tulleita uusia lajikkeita. Tutkimusaineistona käytettiin olemassa olevaa kasvustoa ja lajikkeiden taimet nostettiin istutusvuoden syksyllä tutkimista varten. Taimiin kehittyneet kukka-aiheet tutkittiin mikroskoopin alla ja seuraavana kesänä kehittyneiden kukkavanojen määrä laskettiin pellolla kasvavista taimista. Tutkimuksen tulokset käsiteltiin JMP Pro tilastosovelluksessa ja aineistolle valittiin Wilcoxon/Kruskal-Wallis ja Wilcoxonin testit sekä regressioanalyysi. Työn tilaajana oli Luonnonvarakeskuksen Puutarhateknologiat-ryhmä.

Tämän tutkimuksen perusteella lajikkeiden sadontuottokyky ei täysin selvinnyt, mutta tuloksista voidaan tehdä osittaisia päätelmiä ja saada viitteitä lajikkeiden eroista. Kasvuolosuhteisiin tulisi voida vaikuttaa enemmän ja kokeen järjestely suunnitella paremmin. Tutkimus selvittää kuitenkin kukintoanalyysin tekemistä ja mahdollisesti helpottaa sen tulkitsemista. Tutkimusta pohjana käyttäen olisi mahdollista tehdä useita tarkempia kokeita satopotentialin ja kukintoanalyysin vertailemiseksi.

Avainsanat Kukintoanalyysi, puutarhamansikka, satopotentiali

Sivut 54 sivua

Degree Programme in Horticulture

Lepaa

Author	Elina Järvinen	Year 2020
Subject	The benefit of flower mapping analyses in indicating strawberry plant yield potential	
Supervisors	Leena Huhtama	

ABSTRACT

This thesis researches the benefit of flower mapping analyses as indicator of plant yield potential and if analyses are useful for Finnish strawberry farmer when comparing to classical sorting by the plant size. The aim of this thesis is also to investigate if the results from flower mapping analysis can be compared to flowering in next spring and make comparison between varieties. In this thesis is also explained how flower mapping analyses are made and interpret or explained.

Strawberry varieties were new varieties from different foreign nurseries. Research material was growing in the field and the plants from these varieties were collected from the field at the autumn of the planting year. The stages of development of the strawberry inflorescence were researched under the microscope and next summer inflorescences and flowers were counted in the field. Results were analysed in JMP Pro predictive analytics software and chosen tests were Wilcoxon/Kruskal-Wallis, Wilcoxon and regression analysis. This research was ordered by Natural resources institute Finland, Horticultural technologies.

According to the results of this experiment the yield potential of the varieties cannot be fully explained, but from the results can be done some conclusions and get some inference of difference between varieties. Circumstances during the growing should be more controlled and the arrangement of the experiment should be planned better. However, the research explains how flower mapping analyses are made and might be helpful to understanding those better. It would be possible to use this research as a base of more specific researches of comparing yield potential and flower mapping analysis.

Keywords Flower mapping, strawberry, yield potential

Pages 54 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	MANSIKANVILJELY SUOMESSA.....	2
2.1	Viljelyolosuhteet	3
2.2	Viljelytekniikat.....	4
2.3	Taimimateriaali.....	5
2.4	Tuotantomäärät ja hinta	6
3	PUUTARHAMANSIKAN JALOSTUKSEN TAVOITTEET	7
3.1	Marjakoko ja laatutekijät	7
3.2	Sato ja satokausi.....	8
3.3	Kotimaisen mansikan jalostuksen historia ja nykypäivä	8
3.4	Jalostuksen tulevaisuus.....	9
4	PUUTARHAMANSIKKA (<i>FRAGARIA X ANANASSA</i> DUCH.) KASVINA	10
4.1	Vuosikierto	10
4.2	Juurakon ja lehtien kehitys.....	12
4.3	Ruusukeverson kehitys.....	14
4.4	Rönsyt.....	15
4.5	Kukinto ja kukka	15
4.6	Marja	17
5	KUKINTOJEN KEHITTYMINEN.....	19
6	FLOWER MAPPING	22
6.1	Mikroskopoinnissa käytetty kukintoaiheiden tulkinta.....	23
6.2	Plantalogican kukintoanalyysien tulkinta.....	27
7	TUTKIMUSAINEISTON TAUSTAA.....	29
7.1	SataVarMa- hanke	29
8	MATERIAALIT JA MENETELMÄT	30
8.1	Lajikkeiden valinta koemaalle	30
8.2	Sääolosuhteet Suomessa vuonna 2018	30
8.3	Lajikkeiden valinta tutkimukseen.....	32
8.4	Taimimateriaali.....	34
8.5	Taimien valmistelu	35
8.6	Mikroskopointi	38
8.7	Kukintojen laskeminen	40
8.8	Tilastoanalyysit.....	41
9	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	41
10	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
10.1	Lopuksi.....	50

LÄHTEET	51
---------------	----

1 JOHDANTO

Suomessa viljellään kausisatoisia mansikkalajikkeita, joiden kukka-aiheet kehittyvät edellisenä syksynä. Kehittyneet kukka-aiheet muodostavat seuraavan satokauden sato-odotteen, jota kutsutaan satopotentiaaliksi. Kasvuolosuhteet vähentävät satopotentiaalia mutta kaikkia kasvuolosuhteisiin liittyviä seikkoja ei voida ennakolta määrittää, sillä vaikuttavia tekijöitä ovat niin abioottiset eli elottomat kuin bioottiset eli elolliset ympäristötekijät. Taimistolla taimiin kehittyvien kukka-aiheiden määrään vaikuttaa kasvatusajan kasvuolosuhteet. Kylmävarastoidut taimet istutetaan keväällä. Taimien hinta perustuu perinteisesti kokoluokitteluun ja ne tuottavat satoa istutusvuonna valitusta taimityypistä riippuen.

Kukintoanalyysjä tehdään taimien satopotentiaalain selvittämiseksi. Taimien satopotentiaalilla on merkitystä viljelijälle. Kun taimesta mahdollisesti saatavaa sadon määrää voidaan arvioida, on viljelijällä mahdollisuus tehdä ennuste kokonaissadon määrästä ja valita riittävästi taimia. Kukintoanalyysien käyttö on kuitenkin vielä Suomen markkinoilla vähäistä. Kasvutunneleissa ja kasvihuoneissa lisääntyvän yksivuotisen viljelyn takia taimien satopotentiaalain merkitys kasvaa, kun tuotantoa halutaan suunnitella ja asettaa tarkempia taloudellisia tavoitteita.

Kukintoanalyysjä tekevät useat yritykset Keski- ja Etelä-Euroopassa. Taimistot teettävät usein kasvattamistaan taimista kukintoanalyysin, jonka he voivat toimittaa myös taimia tilanneelle viljelijälle kertomaan taimien satopotentiaalista.

Työn tavoitteena on selvittää ovatko kukintoanalyysit (flower mapping) hyödyllisiä taimien satopotentiaalain ennustamisessa. Samalla tarkastellaan sitä, miten satopotentiaalia voidaan ennustaa kukintoanalyysien perusteella. Työssä tehtävän tutkimuksen perusteella pyritään selvittämään, onko kukintoanalyysillä saadut tulokset verrattavissa seuraavan vuoden kukintaan ja satotasoon. Työn yksi tärkeä tavoite on selvittää myös analyysitekniikan soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Palvelevatko analyysit kotimaista taimituotantoa tai viljelijää? Mitä lisähyötyä kukintoanalyysit antavat viljelijälle?

Tutkittavat lajikkeet olivat ulkomaalaisia eri taimistoilta tulleita lajikkeita. Lajikkeet oli istutettu kesällä 2018 sauvolaisen marjatilan koemaalle ja ne nostettiin loppusyksyllä tutkimista varten. Lajikkeet käsiteltiin ja tutkittiin mikroskoopin alla Luonnonvarakeskuksen Piikkiön toimipisteessä pian nostamisen jälkeen. Tutkimukseen valittiin taimistoiden uusia mahdollisesti Suomen kasvuolosuhteisiin sopivia lajikkeita ja muutama jo tunnettu verrokkilajike. Satopotentiaalia ennustavan kukintoanalyysin vertaamiseksi toteutetaan kukintaan, laskettiin seuraavana kesänä kukkavanat samalla koemaalla kyseisistä lajikkeista. Tutkimus tehtiin SataVarMa-

hankkeen yhteydessä, sillä hankkeessa tutkittiin myös uusia mansikkalajikkeita sekä erilaisten syyshoitotoimenpiteiden vaikutusta kukintoaiheiden muodostumiseen. Työn tilaajana oli Luonnonvarakeskus (Luke), Puutarhateknologiat-ryhmä.

Työssä vertaillaan mansikkalajikkeiden kukka-aiheiden kehitystä ja tutustutaan kukintoanalyysin tekemiseen. Mansikan kukka-aiheita ja niiden kehitystä on tutkittu paljon. Suomen ilmastossa kehitys ja viljelytekniikan vaikutus siihen tunnetaan kuitenkin melko huonosti. Työssä arvioidaan kukintoanalyysin hyödyllisyyttä mansikkalajikkeiden valinnassa Suomen olosuhteisiin.

2 MANSIKANVILJELY SUOMESSA

Puutarhamansikan *Fragaria x ananassa* Duch. laajamittaisen tuotannon ja viljelyn voidaan katsoa alkaneen 1960-luvulla, jolloin teollisuuslaitokset alkoivat tarvita mansikkaa raaka-aineeksi hilloihin ja jogurtin valmistamiseen, eikä tuontia vielä juurikaan ollut. Mansikan hintakehitys oli 1970-luvun alkupuolella hyvä kotipakastimien ja sesongin ulkopuolisen kulutuksen lisääntyessä ja tuotanto laajeni noin 2000 hehtaarin pinta-alalle. Mansikan viljelyala oli 1980-luvulla 2500-3000 hehtaaria ja 1990-luvun ensimmäisellä puoliskolla se kasvoi vielä noin 500 hehtaarilla. Vuonna 1995 Suomen liittyessä Euroopan unionin jäseneksi tuotantoala lisääntyi noin 1000 hehtaaria ja ylitti 5000 hehtaarin tuotantoalan. Tultaessa 2000-luvulle tuotantoala pieneni hiljalleen ollen vuonna 2005 noin 3500 hehtaaria. (Matala, 2006, s. 66-67)

Luonnonvarakeskuksen (2019a) tilastotietokannan mukaan vuonna 2014 mansikan viljelypinta-ala oli noin 3300 hehtaaria, vuonna 2016 viljelypinta-ala oli kasvanut jo 3580 hehtaariin ja tunneliviljelyä oli 10 hehtaarin alalla. Vuonna 2017 tunnelipinta-ala oli kasvanut 5 hehtaarilla ja mansikkaa viljeltiin 3800 hehtaarilla.

Luonnonvarakeskuksen (2019b) vuoden 2018 puutarhatilaston mukaan marjan- ja hedelmänviljelyssä avomaalla mansikan tuotantomäärän osuus on suurin kaikista tuotetuista marjoista ja hedelmistä. Marjojen osalta kokonaistuotanto oli 18 miljoonaa kiloa, josta mansikan tuotantomäärän osuus oli 15 miljoonaa kiloa. Mansikan keskisato hehtaarilta vuonna 2018 oli 3690 kg. Viljelyssä mansikkaa oli koko maassa 4155 hehtaarilla ja yrityksiä 1113 kpl. Mansikan tunneliviljely oli vuonna 2018 kasvanut jo 25 hehtaariin.

Tarkemmin Luonnonvarakeskuksen tilastotietokannasta (2019a) tarkasteltuna on nähtävissä, että eniten mansikkaa viljeltiin vuonna 2018 Pohjois-Savossa 180 yrityksessä 922 hehtaarilla sekä Varsinais-Suomessa 163 yrityksessä 783 hehtaarilla. Pohjois-Savossa kokonaissatomäärä oli vuon-

na 2018 lähes 3,9 miljoonaa kiloa ja Varsinais-Suomessa satomäärä tavoitti melkein 3 miljoonaa kiloa.

2.1 Viljelyolosuhteet

Tyypillisiä viljelyolosuhteita Suomessa ovat kylmät talvet ja vaihteleva lumipeitteisyys. Keväisin voi esiintyä hallaa kukinnan aikana. Suomen olosuhteiden erityispiirteitä ovat myös intensiivinen kasvukausi ja kesän pitkä päivänpituus (Taulukko 1). Talvivauriot ovat iso rajoittava tekijä viljelyn onnistumisessa. Kukka-aiheiden initiaatio, eli kasvusolukon muuttuminen kasvullisesta kukka-aiheita muodostavaksi, alkaa elo-syyskuussa ja joillakin alueilla kasvukautta on silloin jäljellä enää noin kuukauden ajan. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.73; Rantanen, 2020)

Taulukko 1. Päivänpituus tunteina ja minuutteina vuonna 2018 huhtikuun ja lokakuun välisenä aikana kolmessa eri sijainnissa Suomessa (Yliopiston almanakkatoimisto, n.d., mukailten Järvinen 2020)

Päivämäärä	Helsinki	Oulu	Utsjoki	
1.4	13:18	13:36	14:01	
15.4	14:34	15:12	16:08	
1.5	16:00	17:04	18:51	
15.5	17:11	18:44	22:12	18.5 yönön yö Utsjoella alkaa
30.5	18:14	20:28	-	
15.6	18:52	21:52	-	
30.6	18:49	21:45	-	
15.7	18:07	20:15	-	27.7 yönön yö Utsjoella päättyy
30.7	17:02	18:30	21:53	
15.8	15:42	16:38	18:11	
30.8	14:22	14:55	15:45	
15.9	12:55	13:07	13:24	
30.9	11:33	11:26	11:16	
15.10	10:12	9:46	9:08	
30.10	8:52	8:04	6:49	

Suomen pohjoinen sijainti tuo sekä etua että haittaa mansikan viljelylle. Satotasossa ei ole päästy kansainvälisiin huippulukemiin, mutta myöskään kaikkia lämpimien seutujen ongelmia ei ole suomalaisen mansikanviljelyn haittana. Mansikat ehtivät yleensä kypsyä kasvukauden aikana, mutta lämpötilaerot voivat vaikuttaa sadon ajoittumiseen sekä kukka-aiheiden kehittymiseen. Myös kevään viileät kaudet voivat hidastaa kasvua ja aiheuttaa kasvuhäiriöitä. Keväthallat voivat aiheuttaa tuhoa ja erityisen ankarat hallat tuhota jopa raakileita aiheuttaen siten sadon menetyksiä. (Matala, 2006, s. 57-59)

Suurimmassa osassa maata lumipeite suojaa mansikkakasvustoja talven kovimpien pakkasten aikana. Lounais-Suomen vähälumisilla alueilla talvivauriot ovat yleisempiä. Kasvukauden pitkän päivän olosuhteissa kasvu on hyvin intensiivistä ja valoisaa aikaa riittää yli 12 tuntia vuorokaudessa

noin syyskuun 20. päivään asti. Päivän pituuden lyheneminen myöhään syksyllä jättää kuitenkin vain lyhyen ajan kukka-aiheiden kehitykselle. (Matala, 2006, s. 60-61)

Kasvualustan kosteuden ja ilmatilan suhteen mansikka on vaativa ja se viihtyy parhaiten tasaisesti vettä pidättävillä mutta samalla ilmavilla kasvualustoilla. Veden puute tai liiallinen sadanta voi vaikeuttaa sadon onnistumista. Talvimärkyys on ollut kasvava ongelma viime vuosina. (Matala, 2006, s.62; Rantanen, 2020)

2.2 Viljelytekniikat

Mansikan viljely on Suomessa suurilta osin monivuotista viljelyä avomaalla lyhyenpäivän eli kausisatoisilla lajikkeilla, jotka tuottavat sadon kerran kasvukaudessa. Jatkuvasatoisia, satoa kaksi tai useamman kerran kasvukaudessa tuottavat lajikkeet ovat pitkänpäivän tai päiväneutraaleja lajikkeita ja niitä on viljelyssä vähemmän. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.74; Husaini & Wen Xu, 2016b) Luonnonvarakeskuksen (2019b) vuoden 2018 puutarhatilastosta on nähtävissä että mansikan tuotanto kasvutunneleissa ja kasvihuoneissa on kokonaisuudessaan verrattuna vähäistä mutta kasvanut vuosittain. Ilomäki (Karjalainen, 2019) toteaa että kasvihuoneiden ja kasvutunneleiden avulla mansikan satokausi on pidentynyt toukuun alusta syys-lokakuulle asti ja muuttanut viljelytapoja verrattuna perinteiseen avomaaviljelyyn.

Avomaalla istutukset tehdään yleisesti keväällä tai aikaisin kesällä. Syysistutuksia tehdään vähemmän, sillä taimet eivät tuota vielä kunnollista satoa seuraavana satokautena syksyllä istutettaessa. Ulkomailta tuodun taimimateriaalin käyttö on yleistä. Mansikkaa viljellään yleensä 3-4 vuotta samalla viljelyalalla ja usein käytössä on tihkukastelu sekä musta muovikate. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.74) Kasvuston sadetusta erillisin sadetuslaittein voidaan myös käyttää kasteluun tai hallantorjuntaan kukinnan aikana. Kateharsoja käytetään syys- ja talvisuojauksessa sekä sadon aikaistamisessa ja hallantorjunnassa keväisin.

Kasvihuoneessa ja tunneleissa mansikkaa viljellään usein rajoitetussa kasvualustassa turpeessa tai kookoskuidussa sekä niiden seoksissa muovilattikoissa tai kasvusäkeissä, jotka ovat poiminnan ja hoitotoimien helpottamiseksi nostettu viljelykouruihin. Kasvihuoneissa kourut voidaan tukea riippuventana, mutta yleensä tuetaan on käytössä menetelmä, jossa kourut nostetaan maasta irti metallisten tolppien varaan. Viljely voi tapahtua myös pöydillä tai maakosketuksessa maahan tehdyissä penkeissä. (Matala, 2006, s.158-170) Kastelussa käytössä ovat usein tippukasteluletkut, mutta myös tunneleihin ja kasvihuoneisiin soveltuvaa tihkulettoa käytetään. Mansikkaa viljellään luonnonvalossa mutta myös kokeiluja muun muassa LED-valoviljelystä on tehty ja tuotantotavat kehittyvät jatkuvasti.

Lannoitustapa riippuu siitä, voidaanko lannoitteet annostella kastelujärjestelmän kautta vai levitetäänkö lannoitteet pintalevityksenä tai sijoituslannoituksena. Liiallinen typen antaminen erityisesti syyskaudella kasvat-
taa talvituhojen riskiä. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.74) Kasvihuoneissa ja tunneleissa lannoitus tapahtuu pääsääntöisesti aina kastelun yhteydessä.

2.3 Taimimateriaali

Avomaalla käytetään usein ulkomailta tuotuja pienempiä frigo- eli kylmävarastoituja taimia, jotka on nostettu maasta myöhään syksyllä taimien ollessa lepotilassa ja varastoitu noin -1,5 °C lämpötilassa. Taimien kokoluokittelu on väljä, sillä esimerkiksi A-kokoluokan taimet ovat noin 10- 15 mm juurakon halkaisijalta luokitteluasteikon vaihdelta vielä taimistojenkin välillä. Luokittelu alkaa yleensä pienikokoisesta A-taimesta jonka jälkeen tulevat A+ tai A++ taimet. Poikkeuksellisesti taimistot lajittelevat vielä erikseen B kokoluokkaan halkaisijaltaan hyvin pienet noin 4-7 mm taimet tai erityisen suureksi kasvaneet A+++ taimet. (Matala, 2006, s. 205-206) Pienten A kokoluokan taimien satopotentiaali on vähäinen, mutta A+ tai A++ taimet voivat antaa kohtalaisen sadon jo istutusvuotena. Lajikkeen ominaisuudet voivat myös vaikuttaa lajitteluun ja esimerkiksi jatkuvasatoiset pitkäpäivän lajikkeet lajitellaan A kokoluokkiin, sillä ne pystyvät tuottamaan satoa useamman kerran kasvukauden aikana.

Avomaalle istutetaan myös jonkin verran niin sanottuja satotaimia, mutta pääasiassa satotaimia käytetään kasvutunneleissa ja kasvihuoneissa. Satotaimet ovat suurikokoisia frigotaimia ja ne antavat satoa noin 7-8 viikkoa istuttamisen jälkeen. Ulkomailta tuotavat satotaimet ovat joko niin sanottuja odotuspetitaimia tai paakkusatotaimia. Odotuspetitaimia nimitetään myös WB-taimiksi (engl. waiting bed plant), jotka ovat avojuurisia suurikokoisia frigotaimia, joiden juurakko on haaroittunut ja mahdollistaa siten suuremman satopotentiaalilin. Odotuspetitaimet kasvatetaan erillisen jatkokasvatusvaiheen avulla jatkokasvatuspenkissä ja niiden haaroittumista pyritään edesauttamaan erilaisia viljelytekniikoita apuna käyttäen. Odotuspetitaimet luokitellaan light (LWB), medium (MWB) ja heavy (HWB) kokoluokkaan taimen juurakon halkaisijan leveyden perusteella. Paakkusatotaimet (engl. tray-plant) ovat kennostoissa turpeeseen kasvatettuja taimia, joiden satopotentiaali on verrattavissa odotuspetitaimiin. (Matala, 2006, s. 206-207)

Myös kotimaisesta taimituotannosta saatavaa taimimateriaalia käytetään viljelmillä. Kotimaiset taimet tuotetaan pääasiassa varmennettuna taimituotantona, joka tarkoittaa sitä, että se on tarkasti laissa valvottua ja säädeltyä toimintaa ja kasviaineisto on lajikeaitoa ja tervettä. Suomen lyhyt kasvukausi asettaa taimituotannolle rajoituksia verrattuna Keski-Euroopan suuriin tuottajajäihin. Lyhyt kasvukausi jättää juurakon haaroittumiselle ja kukka-aiheiden kehitykselle vain vähän aikaa. Kylmät talvet voivat tuhota taimimateriaalia, mutta ne voivat myös pitää joi-
takain kasvitauteja ja tuholaisia. (Matala, 2006, s.207-212) Kotimaisten

varmennettujen taimien tuottajat toimivat Tervetaimituottajat-nimellä ja he voivat hankkia emomateriaalin kahdelta eri mikrolisäystä eli solukko-viljelymenetelmää tekevän toimittajan kautta. Suomessa on myös mahdollista tuottaa kennostoissa tray-satotaimia ja osa taimistoista on jo aloittanut niiden tuotannon. (Vilander, 2020, s.8)

2.4 Tuotantomäärät ja hinta

Avomaalla viljeltäessä poimintasesonki alkaa usein kesäkuun puolenvälin jälkeen jatkuen heinäkuun puolenvälin paikkeille eteläisessä Suomessa ja pohjoisemmassa Suomessa jopa elokuun alkuun asti. Paras hinta mansikalla on satokauden alussa. Suurin osa marjasta myydään tuoreena ja viljelijän omilla suoramyyntikanavilla on siinä iso merkitys. Marjaa myydään myös supermarkettien kautta, tukkuihin, itsepoimintana suoraan tiloilta tai teollisuuden käyttöön. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.74)

Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liiton toiminnanjohtaja Miika Ilomäki esitelti Kaamosmarjapäivillä 2019 mansikan tuotannon ja viljelijähintatason kehitystä 2000- luvun alusta tähän päivään. Liiton tietojen mukaan vuonna 2019 tuotantokilot olivat 16,5 miljoonaa kiloa, kun taas parhaana vuotena vuonna 2001 jopa 20 miljoonaa kiloa. Vuoden 2001 hintatasolla tukkukaupan hinta oli alimmillaan 1,65 €/kg ja vuoden 2018 hintatasolla se oli koko tarkastelujakson korkein 6,06 €/kg. Tukkukaupan hinta vuoden 2019 hintatasolla oli 5,14 €/kg. Tukkukaupan hinnat ovat ALV 0 %. (Ilomäki, 2019b)

Tuotannossa on kyseisellä ajanjaksolla nähtävissä se, että vuosittaiset kilomäärät ovat vaihdelleet. Samoin viljelijähinta on vuosittain vaihdellut ja se on vaihtelusta huolimatta kokonaisajanjaksolla tarkasteltuna ollut noususuhdanteinen. Myös satokausien mahdolliset olosuhteiden vaihtelut voivat vaikuttaa tuotantomääriin tai hintaan.

Verrattaessa tuotannon arvoa 2000-luvun alusta saatuihin tuotantokiloihin nähden, on tuotannon arvossa ollut kasvua. Vuoden 2000 hintatasolla mansikan tuotannon arvo oli 34,4 miljoonaa euroa kun taas vuoden 2018 hintatasolla se oli 92,7 miljoonaa euroa. Vuonna 2019 tuotannon arvo oli 84,8 miljoonaa euroa. Tuotannon kehityksessä on ollut tuotantotilojen määrässä huomattavaa vähenemistä vuoteen 2010 mennessä, jonka jälkeen tilojen määrä on pysynyt lähes samana viime vuoden loppuun asti. Tuoreen mansikan tuonti on lisääntynyt hiljalleen tarkastelujakson aikana, vuonna 2019 tuontia oli hieman alle 2,5 miljoonaa kiloa ja tuontimarkkinan hinta 3,65 €/ kg. (Ilomäki, 2019b)

3 PUUTARHAMANSIKAN JALOSTUKSEN TAVOITTEET

Puutarhamansikka on syntynyt kahden villin lajin chilenmansikan *Fragaria chiloensis* ja virginianmansikan *Fragaria virginiana* risteytymisen seurauksena 1700-luvulla Euroopassa. 1800-luvun alusta aina noin 1920-luvulle asti lajikkeita jalostettiin Iso-Britanniassa, Ranskassa, Saksassa sekä USA:ssa harvakseltaan, lajikkeista muutamat jäivät viljelyyn useammaksi vuosikymmeneksi. 1920-luvulta eteenpäin jalostus laajentui ympäri maailmaa ja useita jalostusohjelmia perustettiin myös yksityiselle sektorille lisäysmateriaalin myynnin ja kaupallistumisen myötä. Lajikkeiden määrä on kasvanut vähitellen ja tasaantunut vuodesta 2000 eteenpäin noin 40- 50 uuteen lajikkeeseen vuodessa. (Faedi & Baruzzi, 2016, s.26-28)

Mansikalla tehdään molekyylibiologista tutkimusta ja usein ahomansikkaa *Fragaria vesca* L. käytetään mallikasvina tutkimuksissa sen pienemmän geeniperimän koon takia. Ahomansikka on diploidi ($2n = 2x = 14$), kasvin kromosomisto on siis kaksinkertainen ja yhden geenin säätelemiä ominaisuuksia määrää kaksi vaihtoehtoa. Yleisesti viljeltävä puutarhamansikka on geeniperimältään monimutkainen oktoploidi ($2n = 8x = 56$), eli sen kromosomisto on kahdeksankertainen ja ominaisuuksia määrääviä vaihtoehtojakin on näin ollen kahdeksan. Ominaisuuksien säätelyä tutkittaessa on diploidilta ahomansikalta helpommin löydettävissä syyseuraussuhteita ja niistä voidaan luoda malli, jota testataan puutarhamansikalla. (Husaini & Wen Xu, 2016a, s. 71; Mouhu & Rantanen, 2017, s. 11)

Pääsääntöisesti uusien lajikkeiden jalostuksessa pyritään satotason kasvattamiseen, suurempaan marjakokoon ja aistinvaraiseen laatuun, vastustuskykyyn kasvitauteja ja tuholaisia vastaan sekä satokauden pidentämiseen niin aikaisten kuin myöhäistenkin lajikkeiden kohdalla. Tulevaisuudessa lajikkeiden kestävyiden merkitys kasvitauteja ja tuholaisia vastaan tulee todennäköisesti korostumaan. Lajikkeista pyritään jalostuksen avulla saamaan vastustuskykyisiä tai vähemmän herkkiä mahdollisimman useille eri kasvitaudeille. (Faedi & Baruzzi, 2016, s.28-31)

3.1 Marjakoko ja laatutekijät

Marjakoon kasvulla on merkitystä poimintakustannuksiin. Kun marjojen keskikokoa on jalostuksella saatu kasvatettua, ovat poimintakustannukset tuntia kohden pienentyneet huomattavasti. Liian suureksi kasvanut marjakoko voi kuitenkin vaikeuttaa tuoremarjan myyntiä ja erityisesti pakkaamista. (Faedi & Baruzzi, 2016, s.30)

Aistein koettavia laatutekijöitä, joita jalostuksessa pyritään huomioimaan, ovat mallon kiinteys ja marjan pinnan kestävyys sekä marjojen väri, maku, happamuus ja maku. Jalostusohjelmissa on pyritty saavuttamaan

samanaikaisesti korkeampaa satomäärää sekä marjalaatua, mutta niiden yhtäaikainen onnistuminen on usein hankalaa sadon määrän ja sokeripitoisuuden negatiivisen korrelaation takia. Marjan aromiin ja mallon kiinteyteen vaikuttaa marjakoon kasvu, jolloin marjan kokoa ja mallon kiinteyttä tavoiteltaessa usein menetetään osa aromeista. Mallon kiinteyttä ja marjan pinnan kestävyyttä parannettaessa myös kauppakestävyys paranee. Joissain jalostusohjelmissa on myös lähdetty hakemaan marjan terveysvaikutuksia (mm. antioksidanttisia yhdisteitä ja fenolipitoisuuksia). (Faedi & Baruzzi, 2016, s.30-31)

Suomalaiset kuluttajat arvostavat mansikassa erityisesti makua ja muihin eteläisemmän Euroopan maihin verrattuna myös marjan värin arvostus on erilainen. Suomalaiset suosivat tummanpunaisen sävyjä mansikoissa ja esimerkiksi oranssin sävyisiä mansikoita vieroksutaan. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.75)

3.2 Sato ja satokausi

Kasvin sisäisiä satoon vaikuttavia tekijöitä on useita, niitä ovat esimerkiksi marjojen määrä ja koko, kasvin kasvuvoima ja kestävyys sekä vastustuskyky tauteja vastaan. Lisäksi juurakon haaroittuminen ja kukkien määrä vaikuttavat myös satotasoon merkittävästi. (Hancock, 1999, s. 77-78; Faedi & Baruzzi, 2016, s.28) Avomaalla viljeltäessä satoon vaikuttavat myös kasvuston talvehtiminen ja kasvukauden sääolot sekä viljelytoimenpiteet, jotka voivat vaihdella tilakohtaisesti, näihin tekijöihin pystytään jalostuksella vaikuttamaan vain osittain.

Viljelijän kannalta satokauden pidentämisen pyrkimyksenä on parantaa viljelyn kannattavuutta ja tasata työvoiman tarvetta. Satokauden pidentäminen voi pienentää myös sääoloihin ja markkinointiin liittyviä riskejä, säilyttää sadon laatutasoa tasaamalla tuotannon ajoittumista ja samalla palvella asiakasta pidempään. Satokauden pidentyessä voidaan mahdollisesti saavuttaa myös parempi keskihintataso. (Matala, 2006, s. 89-90) Aikaisista lajikkeista haetaan ominaisuuksia, jotka mahdollistavat aikaisemmat istutukset, satokauden pidentämisen ja lämpimissä Euroopan maissa voidaan saada satoa jopa talvikuukausina. Myöhäisten lajikkeiden kohdalla on jalostuksen avulla päästy jo jopa yli kuukautta myöhäisempään kypsyamisajankohtaan. Myös jatkuvasatoisia lajikkeita jalostetaan satokauden pidentämiseksi. (Faedi & Baruzzi, 2016, s.28-29)

3.3 Kotimaisen mansikan jalostuksen historia ja nykypäivä

Suomen viljelyolosuhteet poikkeavat huomattavasti verrattaessa useisiin muihin Euroopan maihin. Suomessa Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT nyk. Luke) mansikanjalostustyö alkoi 1960-luvulla palvelemaan kotimaisia tarpeita. Vuonna 1984 markkinoille saatettiin ensimmäinen Suomessa jalostettu lajike, joka sai nimekseen 'Hiku'. Toisen

kotimaisen 'Mari'-nimisen lajikkeen viljely alkoi 1988. EU:hun 1995 liittymisen myötä uusia lajikkeita ja taimia oli helpompi tuoda ulkomailta. Kotimaista jalostustyötä jatkettiin kuitenkin edelleen. (Matala, 2006, s.22)

Vuonna 1997 mansikan jalostusta aloitettiin MTT:ssä uudessa jalostusohjelmassa, jonka tavoitteena oli jalostaa ilmastollisesti kestäviä, kiinteämarjaisia ja härmän kestäviä lajikkeita. Muita tärkeitä ominaisuuksia oli mm. harmaahomeen ja tyvimädän kestävyys, kasvutapa ja satoisuus, sekä lisäksi marjan muoto, väri ja maku. Risteytysvanhemmat valittiin vuosittain uusista ulkomaisista lajikkeista, mutta hankkeen edetessä myös oman jalostusohjelman parhaita jalosteita otettiin käyttöön. (Hietaranta & Tahvonen, 2003, s. 3) Viimeisimpiä MTT:n jalostusohjelmasta viljelyyn laskettuja lajikkeita ovat olleet 'Kaunotar', 'Suvetar', 'Valotar' ja 'Lumotar' (Hietaranta & Karhu, 2014, s.75).

MTT on tutkinut myös Suomen olosuhteisiin soveltuvia jatkuvasatoisia lajikkeita. Jalostuksessa eri alkuperästä lähtöisin olevia jatkuvasatoisia lajikkeita risteytettiin kertasatoisiin lajikkeisiin, joiden aikaisuus, talvenkesto ja marjojen laatu olivat tiedossa. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.75). Jatkuvasatoisten lajikkeiden kohdalla testausta tai jalostusta ei tällä hetkellä tehdä muutoin kuin tulevien julkaisujen ja lajikkeiden markkinoille laskeamisen muodossa. (Karhu, 2019) Nykyisessä jalostusohjelmassa pääpaino on siirtynyt varhaislajikkeen kehittämiseen, mutta myös uusia keskikauden lajikkeita lasketaan markkinoille 1-2 kpl lähiaikoina. (Karhu, 2019)

3.4 Jalostuksen tulevaisuus

Ilmaston muuttuminen asettaa jalostukselle sekä viljelylle uusia haasteita. Kasveille merkittäviä kasvutekijöitä ovat hiilidioksidi, valo, vesi (sadanta), lämpötila ja ravinteet. Neljä ensimmäistä tekijää ovat avomaaviljelyssä suoraan sidoksissa ilmastollisiin olosuhteisiin ja vaihtelevat paikka-, vuorokausi- ja vuodenaikakohtaisesti. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s.263)

Patogeenien eli taudinaiheuttajien esiintyvyys voi lisääntyä lämpötilan, sadannan ja ilmankosteuden muuttuessa esimerkiksi lämpimämpien talvien seurauksena. Myös kasvien mahdollisesti heikentyvä resistenssi voi toimia vaikuttavana tekijänä kasvitautien leviämisessä tai kehittymismahdollisuuksissa. Kasvitauteja voi myös levitä sellaisille alueille, joissa niitä ei ole aiemmin tavattu. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s.264-266)

Kasvinsuojeluaineiden käytön minimoimisen tarve ja ympäristöystävälliset viljelytavat vaativat uusilta lajikkeilta kestävyyttä kasvitauteja ja tuholaisia vastaan. Kun viljelyä tapahtuu hyvin erilaisissa kasvuolosuhteissa, vaaditaan lajikkeilta myös sopeutumista erilaisiin stressitilanteisiin eli sellaista geeniperimää, joka mukautuu erilaisiin rasiustekijöihin ja menestyy erilaisissa kasvuympäristöissä. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s.267)

Lämpötilan ja päivänpituuden vaikutus kukintaan on merkittävä ja lajikkeilla on erilaisia vaatimuksia niiden suhteen. Muuttuvat kasvuolosuhteet voivat vaikuttaa ja muuttaa joidenkin lajikkeiden reagointia ärsykkeeseen eli signaaliin, joka aiheuttaa kukintainduktion eli kukka-aiheiden muodostumisen alkamisen. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s.265) Kukintainduktiossa kasvin lehdet reagoivat olosuhteiden muuttumiseen ja välittävät signaalin kasvusolukseen, joka kykenee muodostamaan kukka-aiheita (Matala, 2006, s.30). Korkeat lämpötilat yleisesti rajoittavat kukintaa, kun taas viileät lämpötilat voivat jopa joillakin lyhyenpäivän lajikkeilla mahdollistaa kukintainduktion myös pitkänpäivän olosuhteissa ja kasvi alkaa käyttäytyä kuin jatkuvasatoiset lajikkeet. Yleisesti lämpötilavaatimus on korkein lyhyenpäivän lajikkeilla ja pienin päiväneutraaleilla lajikkeilla. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s.265)

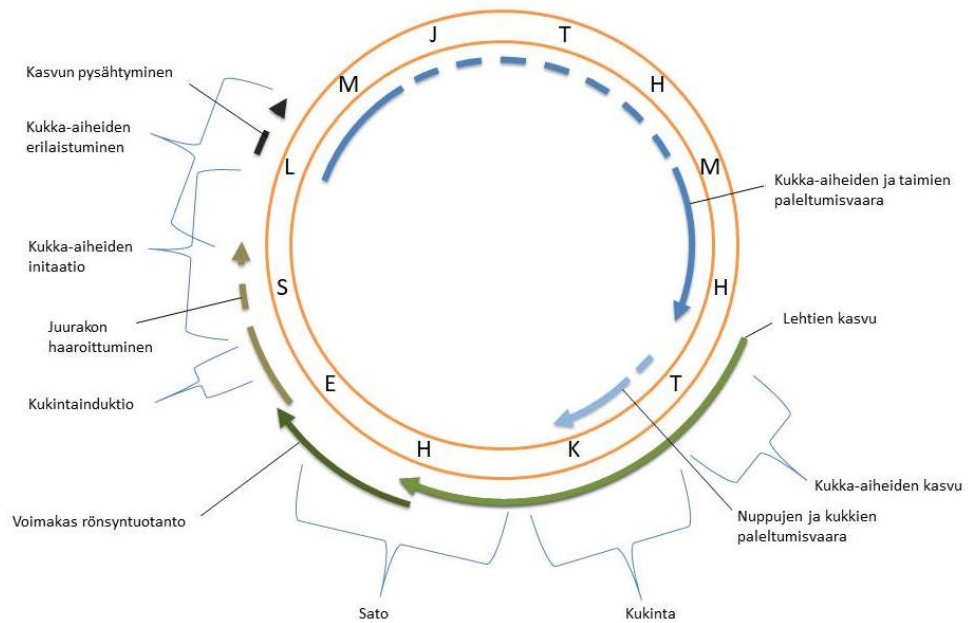
Ahomansikan geenitutkimuksessa on löydetty geeni *TERMINAL FLOWER 1 (TFL1)*, jolla on päivän pituuden reagointiherkkyyttä rajoittavia ominaisuuksia. Tuloksia voidaan hyödyntää myös puutarhamansikan jalostustyössä. Tutkimuksessa aktiivisena oleva kukintaa estävä *TFL1*-geeni pystyttiin tekemään toimimattomaksi, jonka jälkeen kasvi kykeni muodostamaan uusia kukka-aiheita pitkänpäivän olosuhteissa jatkuvasti. Puutarhamansikalla on lajikkeiden välistä vaihtelua siinä, miten nopeasti ja millaisissa olosuhteissa *TFL1*-geenin aktiivisuus hiljenee ja tämä vaihtelu näkyy lajikkeiden kukinta-aikojen eroavaisuuksissa. Geneettisestä tutkimuksesta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää mansikan lajikejalostuksessa esimerkiksi risteytysvanhempien valinnassa sekä siinä millaisia ominaisuuksia jalostettavaan lajikkeeseen halutaan. (Koskela, 2019)

Kasvin sietokyky äärimmäistä kuivuutta kohtaan on yksi tekijöistä, jossa ilmastonmuutoksen merkitys jalostuksen tarpeeseen voi näkyä. Mansikka tarvitsee paljon vettä, sillä sen juuristo on hyvin pinnallinen ja melkein kaikki juuret sijaitsevat 0-15 cm syvyydessä. Tämän lisäksi mansikalla on suuri lehtipinta-ala ja korkea marjojen vesipitoisuus. Niin sanottu vesistressi, eli kasvin veden tarpeen kasvaminen ja siitä kasville aiheutuva stressitila, jonka kuivuus ja korkea lämpötila voivat aiheuttaa, vaikuttaa merkittävästi satotasoon ja kasvin kasvuun. Kuivuutta kestävien lajikkeiden jalostus vaatii tietoa eri lajien sekä lajikkeiden kestävydestä, mutta aiheesta on toistaiseksi saatavilla vain rajoitetusti tutkimustietoa. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s. 269)

4 PUUTARHAMANSIKKA (*FRAGARIA X ANANASSA* DUCH.) KASVINA

4.1 Vuosikierto

Puutarhamansikalla on vuoden aikana useita erilaisia tapahtumia, jotka kaikki ovat merkittäviä sen kasvun ja lisääntymisen kannalta (Kuva 1).



Kuva 1. Mansikan vuosikiertokaavio lyhenpäivän lajikkeella. Kirjaimet ovat kuukausia ja kulkevat myötöpäivään alkaen tammikuusta oikealla ylhäällä. (Matala, 2006, mukaillen Järvinen 2020)

Kasvu alkaa keväällä vegetatiivisena eli kasvullisena vaiheena, jolloin uusien lehtien ja juurien kasvu on voimakasta. Rönsyjen muodostuminen alkaa usein kesäkuun alkupuoliskolla, jolloin uusien lehtien muodostuminen hidastuu. Rönsyjen kehittyminen pysähtyy syksyllä ennen kuin kukka-aiheiden erilaistuminen alkaa. Kukka-aiheiden erilaistuminen tarkoittaa kukan eri osien (verholehtien, terälehtien, heteiden ja emien) muodostumista. Elokuun loppupuolelta syyskuulle ajoittuu juurakon haaroittuminen, jolloin sen pää- ja sivurangat kehittyvät. (Matala, 2006, s.29-30)

Generatiivinen eli suvullinen kasvuvaihe tapahtuu myöhäissyksyllä, jolloin kukka-aiheet muodostuvat. Tämä vaihe alkaa syyskuun alussa ja joskus jo elokuun loppupuolella (Matala, 2006, s.29). Ajankohta riippuu sekä maantieteellisestä sijainnista että päivän pituudesta ja lämpötilasta, jotka vaikuttavat kukintakehityksen alkamiseen (Olsen, 2017, s.5). Kukka-aiheiden initiaatio tapahtuu kasvin reagoitua olosuhteiden muutoksiin ja tällöin meristeemissä eli kasvusolukossa tapahtuu muutos kasvullisesta vaiheesta kukka-aiheita muodostavaksi. Kukka-aiheiden erilaistuminen eli kukan eri osien muodostuminen tapahtuu viimeisenä ja jatkuu niin pitkään kuin olosuhteet säilyvät kehitykselle suotuisina. (Matala, 2006 s. 29-30) Myöhään syksyllä kasvu pysähtyy ja kasvi siirtyy osittaiseen dormanssiin eli lepotilaan, jossa kasvi säilyttää kuitenkin kasvukykynsä. Dormanssin purkautuminen on riippuvainen keväällä tapahtuvista ympäristön muutoksista, joihin kasvi reagoi. Erityisesti pidentyvä päivän pituus saa dormanssin purkautumaan jo varhain keväällä mutta matalat lämpötilat voivat estää kasvun jatkumisen. (Olsen, 2017, s.6)

4.2 Juurakon ja lehtien kehitys

Mansikan maanpäällisen osan kasvitieteellisesti määritelty nimitys on ruusuke tai lehtiruusuke. Lehtiruusukkeen alapuolella on lyhentyneestä varresta muodostunut juurakko, joka on tyypiltään päärangasta ja sivurangoista muodostuva pystyjuurakko. Juurakko on lyhytnivelvälinen ja se muodostuu maan alla, sen rajassa ja hieman myös sen yläpuolella olevasta varren osasta. Juurista voidaan erottaa primäärisiä eli ensimmäisen asteen ja sekundäärisiä eli toisen asteen juurenharoja ja juuret ovat kasvitieteellisesti versojuuria. Juurakko ja juuret eivät ole sama asia. Lehtien hankasilmuista saa alkunsa mansikan muodostamat rönsyt ja juurakon haarat. (Matala, 2006, s.23)

Darrow (1966, s.315-316) mukaan lajikkeiden kasvutapa ja taimen ikä vaikuttaa myös juuriston kehitykseen ja juuristomassan suuruuteen. Runsaasti rönsyjä tuottavan lajikkeen ja vain muutaman rönsyn tuottavan voimakkaasti ruusukeverso kasvatettavan lajikkeen juuristojen koossa on eroa. Kasvutapaa voidaan muokata joko poistamalla rönsyjä tai kasvatamalla rönsytuotantoa muun muassa lisäämällä typpilannoitusta. Kasvulla, jonka ruusukeverso on kasvanut isoksi, myös juuristo on laajempi ja primäärijuurien lisäksi sekundäärisiä juuria on runsaasti. (Kuva 2) Pääsääntöisesti juuriston kasvu on voimakkaimmillaan keväällä ja syksyllä, kun lehdistön veden tarve on vähäisempää. Primäärijuuristo kasvaa nopeasti juurakon uusimmista osista ja voi kasvaa useita senttimetrejä ennen haaroittumista.



Kuva 2. Juuristosta on erotettavissa primäärisiä sekä sekundäärisiä juuria. (Järvinen 2018)

Mansikan taimien sopiva istutussyvyys on samassa syvyydessä, kuin missä kasvi on aiemmin kasvanut. Liian syvällä ruusukeverso voi mädäntyä ja lehtien kasvu epäonnistua, kun taas liian ylös istutetun taimen juuret voi-

vat kuivua tai kärsiä talvella pakkasvaurioita. Istutuksen jälkeen kasvaa sekä uusia primääri- että sekundäärijuuria. Jo hyvin lyhyt altistus, jopa alle minuutti aurinkoisessa ja kuivassa ilmassa, voi aiheuttaa juuristovaurioita. Jos taimessa on vain vanhoja juuria, tulisi vanhat lehdet poistaa istutettaessa, sillä silloin juuriston imukyky on heikko ja hidastunut. (Darrow, 1966, s.315-316)

Mansikan juuret kasvavat yleensä yhden vuoden ja kuolevat seuraavana kasvukautena marjojen muodostumisen aikaan. Jos kukkavanat poistetaan, suurin osa juuristosta ei kuolekaan. Sopivissa olosuhteissa mansikan yksittäiset juuret voivat elää jopa useita vuosia. Huokoisessa maassa, jossa veden läpäisykyky on hyvä, mansikan juuret kasvavat pääasiassa suoraan alaspäin kun taas savisissa maissa juuristo voi levitä enemmän sivusuuntaisesti. Syksyisin kun maan kosteuspitoisuus kasvaa vähenee myös happipitoisuus syvemmällä maassa ja juuriston kasvu hidastuu. (Darrow, 1966, s. 318-319)

Suotuisissa olosuhteissa noin kuusi uutta primäärijuurta kasvavaa ruusukeversossa jokaisen uuden lehden alapuolella, jakautuen kahteen osaan, siten että kolme juurta kasvaa lehtiruodin molemmin puolin (Darrow, 1966, s.319). Juuret seuraavat lehtien spiraalimaista kasvujärjestystä kasvaen lehtien kasvun mukaisesti niiden alapuolelle (Darrow, 1966, s.320).

Lehtien kasvujärjestys jakautuu 2/5 spiraaliin siten, että joka kuudes lehti sijaitsee suoraan ensimmäisen yläpuolella varmistaen lehtien parhaan mahdollisen valon saannin. Juuret kasvavat suoraan jokaisen lehden alapuolelta ja se myös samalla mahdollistaa juurien parhaan mahdollisen levittäytymisen. Lehtien hankasilmuista kehittyvillä rönsyillä ja haaroilla on samanlainen kasvujärjestys. (Darrow, 1966, s.321)

Pohjoisilla leveysasteilla uudet lehdet alkavat kasvaa keväisen kasvuunvirittymisen seurauksen. Kesän aikana osa lehtihangoissa olevista hankasilmuista pysyy lepotilassa ja osa kehittyy rönsyiksi, syksyllä hankasilmuista muodostuu pääasiassa juurakon haaroja. (Darrow, 1966, s.320; Jaakkola, 2018) Syksyllä suurin osa lehtien hankasilmuista erilaistuu juurakon haaroiksi, joiden kärkisilmuun kehittyy kukintoaihe (Jaakkola, 2018).

Hieman lajikkeesta ja kasvuolosuhteista riippuen syksyllä kasvin lehtien määrästä voidaan arvioida seuraavan vuoden marjojen määrää. Karkeasti luokiteltuna voisi sanoa että, mitä enemmän lehtiä sitä enemmän kukintoja. Suuremmilla taimilla on yleensä enemmän lehtipinta-alaa ja ne kykenevät siten myös tuottamaan eniten marjoja. Taimi, jossa on vain muutama lehti myöhään syksyllä voi tuottaa huomattavasti vähemmän kukkavanoja ja marjoja, kuin suuri taimi, jossa lehtiä on huomattavasti enemmän. Siten sillä on myös suurempi satopotentiaali. Lajikkeiden välillä on kuitenkin vaihtelua siinä, kuinka monta kukka-aihetta haaraan

muodostuu ja kuinka paljon marjoja on yksittäistä kukkavanaa kohti. (Darrow, 1966, s.327)

4.3 Ruusukeverson kehitys

Lehtiruusuketta ja juurakkoa yhdessä kutsutaan ruusukeversoksi (Kuva 3) (Matala, 2006, s.23). Syksyllä ennen kukka-aiheita muodostuneet lehtiaiheet lähtevät keväällä nopeasti kasvuun. Alimmaisena sijaitsee vanhin lehti, seuraavaksi vanhin sen yläpuolella ja nuorin ylimmäisenä. Leveät lehtikannat ympäröivät ruusukeversoa. Ennen avautumistaan nämä lehtikannat yhdessä hankalehtien kanssa suojaavat kasvupisteitä ja talvella tämä suoja on erityisen tärkeä. (Darrow, 1966, s.328)



Kuva 3. Ruusukeverso, joka on haaroittunut runsaasti ja kasvattanut tiheän juuriston (Järvinen, 2018)

Juurakon yläosassa sijaitsevasta kärkisilmusta kehittyy kukkavana eli kukintovarsi. Nuorella taimella on usein vain yksi selkeästi erottuva pääran- ka, jossa kärkisilmu sijaitsee. Vanhemmat taimet voivat olla voimakkaas- tikin haaroittuneita ja myös sivurankojen kärkisilmuihin kehittyy kukka- vanoja. Kärkisilmun alapuolella olevien hankasilmujen merkitys on mansi- kan kehitykselle tärkeä. Ylimmät hankasilmut huolehtivat ruusukeverson kasvun jatkumisesta kärkisilmun kukinnan jälkeen, kun taas alemmat ke- hittyvät olosuhteista riippuen kukkavanoiksi, juurakon haaroiksi tai rön- syiksi tai ne voivat myös pysyä lepotilassa. (Matala, 2006, s.24) Kesällä kasvupisteet kehittyvät rön- syiksi, kun taas syksyllä lyhenevät päivät ja aleneva lämpötila ohjaavat kehityksen kukka-aiheiksi (Darrow, 1966, s.328).

Kun kasvi juurtuu rönsystä kesällä, syksyllä sen lyhyen juurakon päässä oleva kärkikasvupiste erilaistuu kukka-aiheiksi, ja seuraavan keväänä kukkavanat kasvavat esiin. Kun kasvupisteestä ovat muodostuneet kukka-aiheet, ei vegetatiivinen kasvu jatku muutoin kuin uusista kasvupisteistä. Lehtiaiheita hankasilmuissa on kuitenkin oltava 3-4 kappaletta ennen kuin sen meristeemisolukossa voi muodostua kukka-aiheita. Kun kärkikasvupiste erilaistuu kukka-aiheeksi, alempien lehtien haarassa olevat silmut jatkavat kasvin kasvua tai suotuisissa olosuhteissa kasvavat uusiksi haaroiksi. Juurakkoon jää myös hankasilmuja, jotka jatkavat vegetatiivista kasvua keväällä, muutoin kasviin ei muodostuisi enää uusia lehtiä. (Darrow, 1966, s.328; Matala, 2006, s.32)

4.4 Rönsyt

Rönsyjen muodostus on kasvullinen lisääntymistapa ja useille mansikkalajeille tyypillinen ominaisuus. Rönsyjonossa kasvavat rönsytaimet ovat perintöainekseltaan emokasvin kaltaisia. Rönsy kasvaa kahden pitkän nivelvälin ja kahden nivelen päähän emokasvista ja se on osa rönsyjonoa. Ensimmäisessä nivelessä on vain pieni suomulehti, mutta toisessa nivelessä on suomulehden lisäksi myös rönsytaimi. Rönsytaimen muodostumisen jälkeen rönsyjonon kasvu jatkuu rönsyn kasvulehden hankasilmusta. Rönsyjonot voivat myös haarautua, johon lajikkeilla on vaihteleva taipumus. (Matala, 2006, s.24)

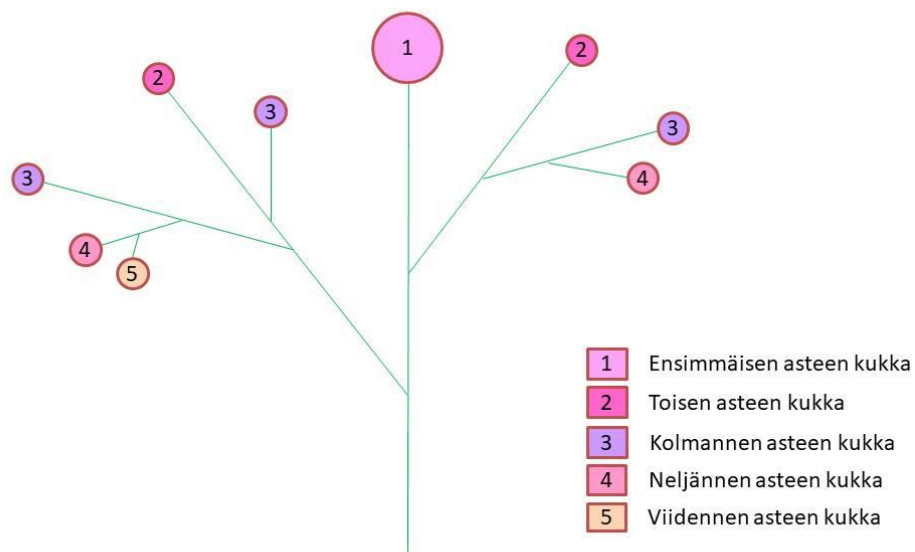
Rönsyjä muodostuu kesän aikana uusien lehtien hankasilmuista lehtien muodostumista seurailleen. Mitä nopeammin kasvi kasvaa, sitä nopeammin myös rönsyjä on mahdollista muodostua. Rönsyjen pituus on riippuvainen kasvuolosuhteista sekä lajikkeesta. Kaksi nivelväliä, joiden päähän rönsy muodostuu, ovat keskimäärin samanpituisia. Ensimmäisessä nivelessä silmu on usein lepotilassa, mutta se saattaa kasvaa rönsyksi, tällainen rönsy jää kuitenkin yleensä paljon pienemmäksi kuin primäärirönsyt. Myös silloin, jos rönsy leikataan pois, voi lepotilassa olevaan silmuun muodostua rönsy. Keväällä taimet, joille ei ole muodostunut kukka-aiheita alkavat kasvattaa lehtiä ja rönsyjä aiemmin kuin taimet joilla kukka-aiheita on. Samoin aikaisempia ovat vähemmän kukka-aiheita sisältävät taimet, kuin ne, joissa niitä on paljon. Taimet, jotka alkavat muodostaa rönsyjä jo ensimmäisten marjojen kypsyessä tuottavat yleensä vähemmän satoa kuin ne, joiden rönsyt muodostuvat vasta sadonkorjuun jälkeen. (Darrow, 1966, s.329)

4.5 Kukinto ja kukka

Nuoreen mansikan taimeen ei kehity usein kuin yksi kukkavana, mutta vanhemmassa hyvin haaroittuneessa taimessa niitä on jopa useita kymmeniä. Kukinnoksi kutsutaan yhden kukkavanan kannattelemia kukkia. (Matala, 2006, s.24) Kukkien määrä kukinnossa vaihtelee ja tyypillinen

kukkien lukumäärä per vana on 7 (Honeoye) – 15 kpl (Polka) (Rantanen, 2020).

Kukkavanan kukkien sijaintipaikasta riippuen kukkia nimitetään ensimmäisen, toisen, kolmannen ja neljännen asteen kukiksi (Kuva 4). Ensimmäisen asteen kukka on kukinnon latvakukka. Kolmannen asteen kukkia on teoreettisesti laskien neljä kappaletta ja neljännen asteen kukkia kahdeksan kappaletta jne. Käytännössä kaikki kukat eivät kuitenkaan kehity valmiiksi asti, esimerkiksi neljännen asteen kukista kehittyy vain osa ja viidennen asteen kukkia kehittyy hyvin harvoin. (Matala, 2006, s. 25)



Kuva 4. Kukkien sijainti kukinnossa (Plantalogica, 2019, mukailten Järvinen, 2020)

Puutarhamansikan kukat ovat kaksineuvoisia, eli jokaisessa kukassa on emit sekä heteet. Emit sijoittuvat kukkapohjukseksi turvonneen pääranگان päälle ja kukkapohjus muodostuu myöhemmin kasvin syötäväksi osaksi eli mansikaksi. Heteiden lukumäärä on mansikan kukissa aina viidellä jaollinen ja määrä vaihtelee lajikkeesta riippuen 20-35 välillä. Emien lukumäärään voivat vaikuttaa lajikkeen lisäksi viljelyolosuhteet ja kukan sijainti kukinnossa. Latvakukassa emien määrä voi vaihdella 300 ja 500 kpl välillä kun taas neljännen asteen kukissa niitä on vain noin 80. (Matala, 2006, s. 25-26)

Kukinnon jokaisessa silmussa suojuslehti korvaa lehden ja suojuslehden hankasilmu kehittyy kukinnon haaraksi. Ensimmäinen suojuslehti on usein lähes yhtä iso kuin oikea lehtilapa ja joskus sillä voi olla jopa kolme lehdykkää. Seuraavien silmujen suojuslehdet ovat huomattavasti pienempiä. Yleisesti kukinnossa on yksi pääkukka, kaksi toisen asteen, neljä kolmannen asteen ja kahdeksan neljännen asteen kukkaa. Kuitenkin lajik-

keiden välillä voi olla erilaiset kukinnot ja jopa samassa taimessa voi olla vaihtelua riippuen kukinnon kasvupaikasta. Ensimmäinen kukkavana ja sen haarat voivat olla hyvin lyhyitä ja kukinto haaroittua jo alhaalta. (Darrow, 1966, s.335-336)

Kukan osien järjestys on viidellä jaollinen, on kuitenkin yleistä, että ylimääräisiä osia muodostuu. Kukan osat muodostuvat järjestyksessä ensin heteet, seuraavaksi terälehdet, sitten verholehdet ja ulkoverhiöt sekä viimeisenä emit. Jos kasvu on hidasta kukka-aiheiden kehittymisen aikana, verhiö ja ulkoverhiöt voivat kehittyä lehteviksi. Se kuinka leveäksi terälehdet, verholehdet ja ulkoverhiö avautuu, on osittain geneettistä ja osittain riippuvainen ympäristökijöistä. (Darrow, 1966, s.336)

4.6 Marja

Heteiden koko ja pituus vaihtelee. Sekä hyvin että huonosti kehittyneitä heteitä voi löytyä samasta kukasta. Siitepöly on valmista ennen kuin kukat tai ponnet avautuvat, mutta usein ponnet eivät halkea ennen kuin kukka on avautunut ja ponnet kuivuneet hiukan. Siitepöly säilyy kukassa tavallisessa ympäristössä elinkelpoisena muutamia päiviä. (Darrow, 1966, s. 338-339)

Emit muodostuvat syksyllä kukan erilaistuessa. Emien lukumäärä vaikuttaa melko suoraan keväällä muodostuvan marjan pähkylöiden eli "siementen" lukumäärään. Marjan koko taas on riippuvainen osittain pähkylöiden lukumäärästä. (Matala, 2006, s. 36-37)

Emit järjestyvät spiraaliin muotoon kukkapohjuksessa kuten myös siemenet. Emien pohjaa eli pähkylää kutsutaan yleisesti siemeneksi. Kasvitieteellisesti pähkylät ovat yksisiemenisiä hedelmiä, jotka sijaitsevat turvonneen ja mehevoityneen kukkapohjuksen pinnalla, joka on mansikan syötävä osa (Kuva 5). Mansikka luokitellaan pohjushedelmäksi, mutta sen nimittäminen marjaksi on vakiintunut käytäntö. Pähkylä on täysin kehittynyt useaa päivää ennen kuin marja on kypsä, eikä erillinen kypsymisaika ole tarpeellinen suurimmalle osalle siemenistä ja ne voidaan kylvää heti marjojen kypsyttyä. (Darrow, 1966, s.339-340; Matala, 2006, s.26)



Kuva 5. Mansikan syötävä osa, jossa erillisistä emeistä syntyneet pähkyt ovat mehevoituneen kukkapohjuksen pinnassa. (Järvinen, 2018)

Kukkavanassa primääri eli ensimmäisen asteen marja on suurin, sillä kukkien ja marjojen kehitystä säätelee apikaalidominanssi (Jaakkola, 2018). Toisen, kolmannen ja neljännen asteen marjat ovat progressiivisesti pienempiä. (Kuva 6) Ensimmäisen asteen marjat ovat isompia ja kypsyvät ensimmäisenä ja ne tuottavat myös eniten siemeniä. Jalostuksessa olisi suositeltavaa käyttää ensimmäisiä kukkia, jotka avautuvat, sillä niissä on enemmän siemeniksi kehittyviä emejä kuin viimeiseksi avautuvissa ja ne ovat todennäköisemmin parhaiten kehittyneet. (Darrow, 1966, s.341-342)



Kuva 6. Mansikan ensimmäiset marjat ovat suurimpia (Järvinen, 2017)

Keväällä ensimmäiset avautuvat kukat saattavat sisältää vain vähän siitepölyä, mutta heteet ovat siten sijoittuneet, että ne auki murtuessaan sirottavat siitepölyn useiden emien päälle. Emit säilyvät useita päiviä ja pölyttäjät saavat yleensä siitepölyä myöhemmin avautuneista kukista ja pölyttävät myös ensimmäiset kukat kauttaaltaan. Hyönteispölytyksen ansiosta sato aikaistuu ja marjoja muodostuu enemmän. Myös onnistuneen pölytyksen ansiosta marjan muoto paranee. Mansikan kukkapohjus paisuu marjaksi pölytyksen ansiosta ja siementen kehittyessä syntyy hormoneja, jotka lisäävät marjan kokoa. Kaikkien emien pölyttyminen on tärkeää, jotta marjakoko kasvaa mahdollisimman suureksi. Kasvi reagoi hedelmöitykseen nopeasti ja se aiheuttaa yleensä terälehtien tippumisen ja emien kuivumisen, joskus vain 24-28 tunnin sisällä. (Darrow, 1966, s. 342; Jaakkola, 2018)

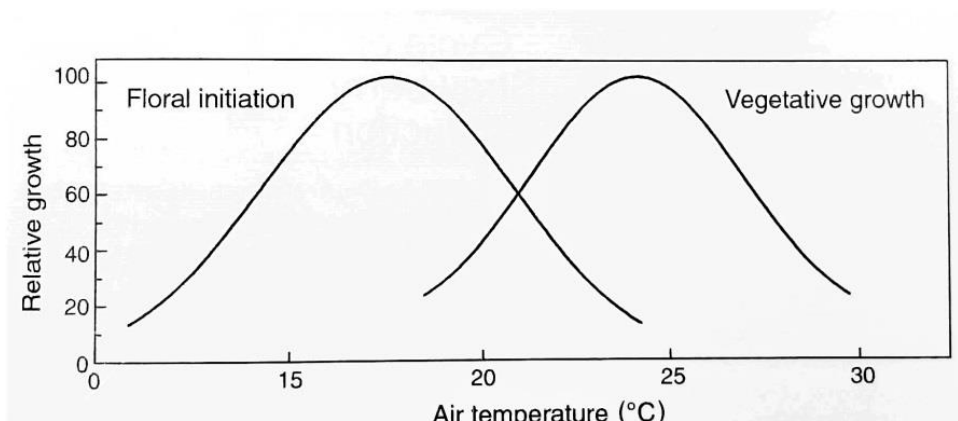
Darrow (1966, s.343) mukaan keskimäärin kauden alussa kukan avautumisesta marjaksi kestää noin 31 päivää ja keskikaudella pidemmissä päivissä ja korkeammissa lämpötiloissa 5-6 päivää vähemmän. Jatkuvasatoiset lajikkeet kypsyvät keskikesällä 20-25 päivässä kun päivät ovat pitkiä ja lämpötilat korkeita kun taas syksyllä aikaa voi kulua jopa 60 päivää.

5 KUKINTOJEN KEHITTYMINEN

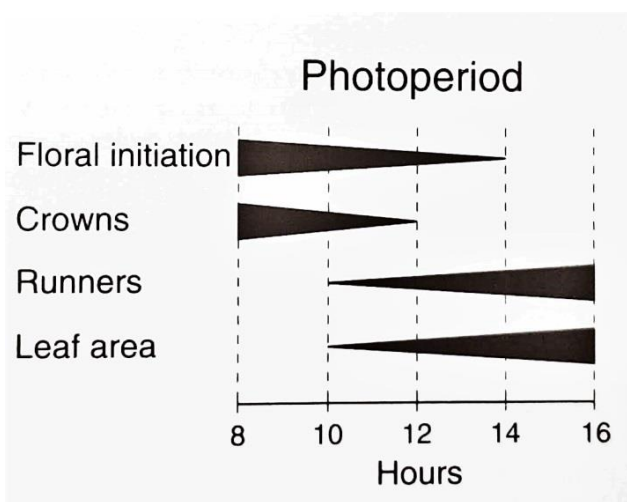
Mansikan kukintaa on tutkittu jo 1930-luvulta lähtien, useissa tutkimuksissa on korostunut valojaksoisuuden ja lämpötilan vaikutus kukintainitiaatioon ja kukka-aiheiden kehitykseen. Mansikkalajikkeet usein jaotellaankin kolmeen ryhmään riippuen niiden päivänpituus- ja lämpötilavaatimuksesta kukintainitiaation alkamiseen. Lyhyenpäivän lajikkeet ovat ehdollisia lyhyenpäivän lajikkeita, joiden päivänpituus ja lämpötila vaatimus on keskimäärin alle 14 tuntia tai 15 °C, jotta kukka-aiheiden muodostumisen alkaminen on mahdollinen. Jatkuvasatoisia lajikkeita ovat pitkänpäivän lajikkeet, joiden kukintainitiaatio on mahdollinen, kun päivänpituus ylittää 12 tuntia sekä päiväneutraalit lajikkeet joille päivänpituudella ei ole vaikutusta kukintainitiaatioon. (Taylor, Atkey, Wickenden & Crisp, 1997, s.142)

Suomessa viljellyt puutarhamansikkalajikkeet ovat yleisimmin ehdollisia lyhyenpäivänkasveja, joilla kukka-aiheet kehittyvät syksyn aikana ja jatkavat kehittymistä seuraavana keväänä lämpötilan ollessa suotuisa. Suurin osa juurakon haaroittumisesta tapahtuu syksyllä, kun lämpötila on viileä ja päivänpituus lyhenee. (Kuva 7 & Kuva 8) Rönsyn muodostuksen vähenyessä syksyn edetessä sivuhaarojen muodostus käynnistyy, Suomessa se tapahtuu ennen syyskuun alkua. Sivuhaarojen määrällä on merkitystä

seuraavan vuoden satoon niiden luodessa edellytykset myös kukka-aiheiden kehitykselle. (Hancock, 1999 s.95-98; Matala, 2006, s.32)



Kuva 7. Lämpötilan vaikutus kukka-aiheiden initiaatioon ja vegetatiiviseen kasvuun (Hancock, 1999, s.95)



Kuva 8. Päivänpituuden vaikutus mansikan kasvuun (Hancock, 1999, s.95)

Lämpötila ja päivänpituus vaikuttavat kukintaan antamalla kasville signaalin kukintainduktioon ja aikaansaavat kukka-aiheiden initiaation ja erilaisumisen. Lajikkeilla on erilaisia vaatimuksia lämpötilan ja päivänpituuden suhteen ja muuttuvat kasvuolosuhteet voivat muuttaa joidenkin lajikkeiden reagoitua signaaliin. Viileät kesälämpötilat mahdollistavat induktion pitkässä päivänpituudessa jopa lyhyenpäivän lajikkeilla, jolloin ne voivat reagoida kuten jatkuvasatoiset lajikkeet. Korkeat lämpötilat taas rajoittavat kukintaa. Lämpötilavaatimus on korkeampi lyhyenpäivän kasveilla kuin päiväneutraaleilla. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s.264) Lajikkeilla on myös eroavaisuuksia herkkyydessä, jolloin ne reagoivat olosuhteiden muuttumiseen kukintainduktiolla. Pohjoisen pitkässä päivässä lämpötila

on ratkaisevassa osassa kukintainduktion alkamiselle, joka ajoittuu Suomessa elokuun puolivälistä eteenpäin. (Rantanen, 2018a)

Darrow (1966, s.334-335) täsmentää, että kukka-aiheiden initiaation ajankohta vaihtelee lajikkeiden välillä, mutta taimen kehitysvaiheella satokauden loppupuolella on yhteyttä ajankohtaan. Rönsytaimien ikä ja koko vaikuttavat muodostuvaan sadon määrään. Sadon määrä on yhteydessä myös lehtipinta-alaan ja siten vanhemmat taimet, joilla myös lehtiä on enemmän, tuottavat enemmän marjoja seuraavana kesänä. Myös rönsyjen kasvu vaikuttaa marjojen määrään ja taimet, joista rönsyjä ei poisteta tuottavat vähemmän marjoja.

Suomessa kukka-aiheiden kehitys sijoittuu elokuun loppupuolelle jatkuen lokakuun alkupuolelle asti. Kukka-aiheet alkavat muodostua kukintainduktion jälkeen lehtiruusukkeiden kärkisilmuissa. Kukka-aiheiden initiaation ensimmäinen selvä merkki on apikaalimeristeemin eli kärkikasvupisteen nouseminen ja laajeneminen, jota seuraa ensimmäisten suojuslehtien ja primäärikukan erilaistuminen. Silmun sivuille kehittyvien suojuslehtien väliin erilaistuu kukinnan primääri- eli latvakukka. Toisen asteen kukat kehittyvät primäärikukan suojuslehtien hankasilmiin ja kolmannen asteen kukan aiheet taas niiden suojuslehtien hankasilmuista. Samalla periaatteella kehittyvät myös muut kukka-aiheet. Kukka kehittyy sentripetaalisesti eli keskihakuisesti verholehtien ilmestyessä ensin ja terälehtien muodostuessa heti perässä, heteet ja emit vastaavasti. Sekundääriset kukat muodostuvat kukinnan suojuslehtien hankoihin ja näin muodostuu kaksiahaarainen viuhko (engl. dichasial cyme), jossa keskimäinen kukka on vanhin ja sivuilla olevat nuorempia. (Matala, 2006, s.35-36; Taylor ym., 1997, s. 142)

Suomen valoisan kesän takia lyhyenpäivän olosuhteet saavutetaan myöhään syksyllä ja kukka-aiheiden jatkokehitykselle ei jää paljon aikaa. On tärkeää, että lajikkeet ovat sellaisia, jotka pystyvät käynnistämään kukka-aiheiden kehityksen, vaikka päivänpituus on vielä suhteellisen pitkä ja lajikkeen alhaiseen lämpötilaan reagoimisen tarve on korostunut. (Matala, 2006, s.34)

Seuraavan vuoden satoon vaikuttaa se, että kukka-aiheita on ehtinyt suotuisissa olosuhteissa kehittyä riittävästi ja riittävän pitkälle ennen kasvin talvilevon alkamista, joka sijoittuu Suomessa lokakuun puolivälin tienoille. Lämpimät yli +10 °C lämpötilat myöhäissyksyllä ja hyvä maan kosteustilanne edistävät kukka-aiheiden kehitystä ja mahdollistavat myös myöhemmän asteen kukkien kehittymisen riittävän pitkälle. Kukintainduktion tapahtuessa aikaisin syksyllä kukintovarsi jää lyhyeksi ja kukkavarresta tulee pitkä ja taas jos kukintainduktio ajoittuu myöhäiseen syksyyn, tilanne on päinvastainen. (Matala, 2006, s.36)

Talvinen kylmyys lopettaa kukka-aiheiden kehityksen ja valmistaa kasvin vegetatiiviseen kasvuun. Esimerkiksi Elsanta-lajikkeen endodormanssi eli

sisäinen lepotila purkaantuu, kun kasvi saa riittävästi kylmää. Kasvuun tarvittava kylmän määrä on noin 8 viikkoa $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ kylmävarastossa, mutta luonnonolosuhteissa kylmävaatimus on lyhyempi, sillä on havaittu, että vaihteleva lämpötila tehostaa kylmän vaikutusta. (Battey ym, 1998, s.111-131)

Mansikalle optimaaliset kasvulämpötilat ovat noin $10 - 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ välillä. Avomaalla kasvavien taimien lämpö- ja kosteusolosuhteet vaihtelevat usein ja vaikuttavat siten myös kasvien aineenvaihduntaan. Lämpötilan nousu ja pysyminen liian korkeana tietyn aikaa voi vahingoittaa kasvin kasvua ja aiheuttaa lämpötilastressin. (Husaini & Wen Xu, 2016b, s. 267)

6 FLOWER MAPPING

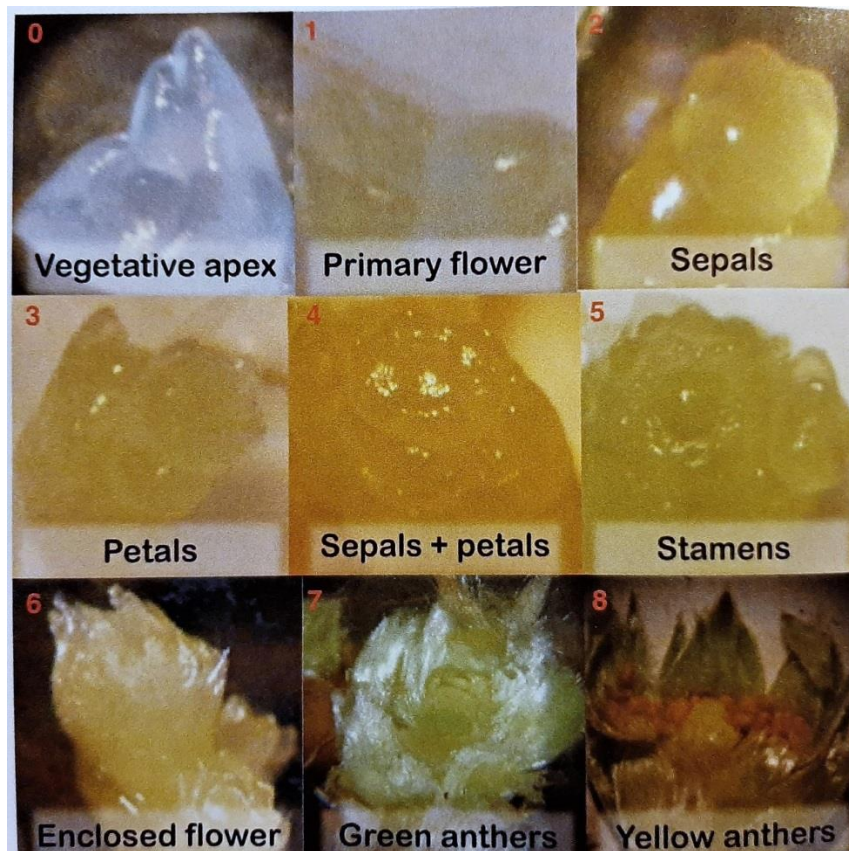
Kukintoanalyysijä eli flower mapping-analyysijä tehdään taimien satopotentiaalin selvittämiseksi. Taimisto teettää usein kasvattamistaan satotaimista kukintoanalyysin, analyysien tekemiseen erikoistuneella yrityksellä. Analyysistä selviää taimien sisältämien kukkavanojen määrän keskiarvo ja sitä kautta arvio taimien mahdollisesta satopotentiaalista.

Kukintoanalyysiä tehtäessä yksittäinen kasvi puretaan pienempiin osiin. Jokainen lehti poistetaan ja lehtihangassa oleva hankasilmun kasvupisteen rakenne tutkitaan. Lehdet ja suojuslehdet sijaitsevat kasvupisteen ympärillä limittäin peittäen sisemmän lehtiaiheen. Silmut voidaan jaotella ja tunnistaa eri pääryhmiin riippuen siitä onko kyseessä sivuhaara vai rön-sy, lepotilassa oleva hankasilmu tai epämuodostunut tai abortoitunut kasvusolukko. Haarojen kehittymisaste ja kärkikasvusolukko hankasilmun sisällä tunnistetaan kasvun generatiivisen tai vegetatiivisen vaiheen mukaan ja generatiiviset kärkikasvupisteet vielä niiden kasvuvaiheen mukaisesti. (Massetani & Neri, 2016, s.109)

Kukan kehittyessä muodostuvat ensimmäisenä verholehdet, jonka jälkeen terälehtien aiheet, heteiden aiheet ja emien aiheet viimeisenä. Kukkasilmut ovat ennen talvilepoa hyvin pieniä ja talvenkestäviä. Niiden laajuuskasvu tapahtuu vasta keväällä. (Matala, 2006, s.36)

Massetani ja Neri (Massetani & Neri, 2016, s.109-110) määrittelevät kärkikasvupisteen kasvuvaiheet ja kukan erilaistumisen seuraavasti (Kuva 9): ensimmäinen kasvuvaihe on merkitty numerolla 0 sillä kasvusolukko on vielä vegetatiivisessa vaiheessa. Kasvuvaihe 1 kasvupisteen kohdalla on nähtävissä pieni kupoli, joka on kukinnon ensimmäisen asteen kukka ja kukintovarren latvakukka. Kasvuvaiheessa 2 verholehtien muodostuminen on alkanut ensimmäisen asteen kukan reunalla. Terälehdet ovat alkaneet muodostumaan kasvuvaiheessa 3. Verholehdet ja terälehdet on kehittynyt eteenpäin kasvuvaiheessa 4. Kasvuvaiheessa 5 heteet on alkanut muodostua. Kasvuvaiheessa 6 kukka on muuttunut umpinaiseksi ja se

on kuin pienen karvan peittämä. Kasvuvaiheessa 7 kukan ponnet ovat nähtävissä ja ne ovat vihreän värisiä kun taas kasvuvaiheessa 8 ne ovat muuttuneet keltaisiksi.



Kuva 9. Massetanin ja Nerin määritelmä kärkikasvupisteen kasvuvaiheista (Massetani & Neri, 2016)

6.1 Mikroskopoinnissa käytetty kukintoaiheiden tulkinta

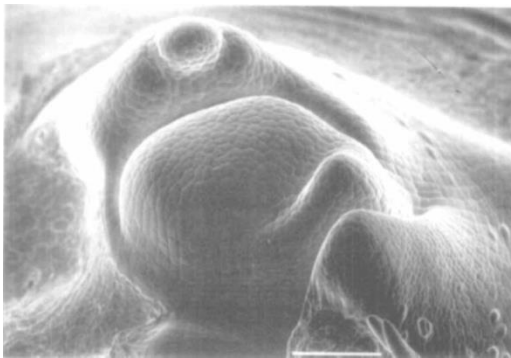
Mikroskopoinnissa käytettiin apuna eri lähteistä kerättyä aineistoa ja kukka-aiheiden kehitysvaiheet oli määritelty valmiiksi numeroin mikroskopoinnin ohjeeseen (Rantanen, 2018b). Numerot eivät välttämättä vastaa alkuperäistä määritelmää ja kuvateksteihin on tästä syystä merkitty mikroskopoinnissa käytössä ollut numerointi.

Taylor yms. (1997, s.144-146) määrittelee kukka-aiheiden kehitystä seuraavasti: Ensimmäisessä vaiheessa kärkikasvupiste on vegetatiivisessa tilassa ennen kukka-aiheiden initiaatiota. Keskellä oleva apikaalinen kupu (a) on vielä litteä ja osittain kehittyvien nuorimman lehden hankalehtien (ls) sulkema. (Kuva 10)



Kuva 10. Vegetatiivinen vaihe, joka mikroskopoinnissa oli numero 1. (Taylor ym., 1997, s. 144)

Toisessa vaiheessa kärkikasvupisteessä esiintyvät ensimmäiset merkit kukinnan initiaatiosta. Apikaalinen kupu on noussut kehittyvien hankalehti- en yläpuolelle, laajentunut ja muuttunut enemmän kuperaksi muodoltaan. (Kuva 11)



Kuva 11. Ensimmäiset merkit kukinnan initiaatiosta, mikroskopoinnissa numero 2. (Taylor ym., 1997, s. 144)

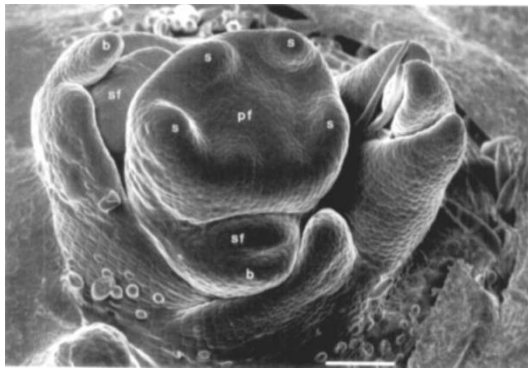
Kolmannessa vaiheessa kasvupisteessä on erotettavissa ensimmäisen suojuslehden aihe (b) selvästi erillään isommista ensimmäisen ja toisen asteen aiheista.

Ensimmäisen asteen kukan aihe (pf) on litistynyt ja verholehden aihe (s) on myös nähtävissä. Toisen asteen kukan aihe (sf) on kupera muodoltaan. (Kuva 12)



Kuva 12. Kasvupisteessä on tapahtunut jo jonkin verran helpommin erotettavaa muutosta. Kuva ei ollut käytössä mikroskopoinnissa. (Taylor ym., 1997, s. 145)

Neljännessä vaiheessa kehitystä ensimmäisen asteen kukan aiheessa (pf) on neljä selvästi erottuvaa verholehden aihetta (s) jotka erottuvat sen reunalla ja ovat venyneet pitkänomaisiksi. Kaksi toisen asteen kukan aihetta (sf) ja niiden suojuslehdet (b) ovat myös nähtävissä. (Kuva 13)

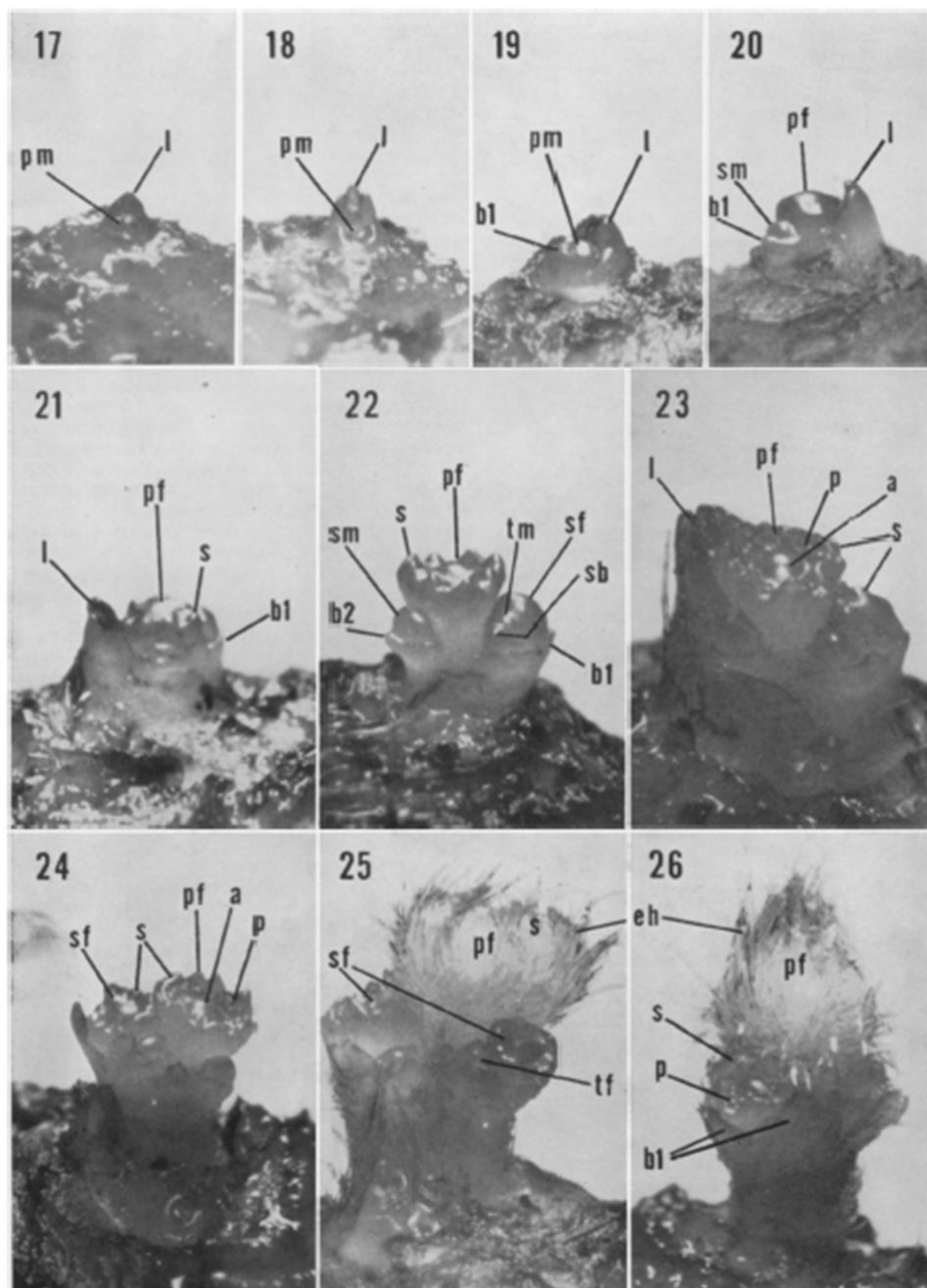


Kuva 13. Kukka-aiheen muoto alkaa muodostua ja myös toisen asteen kukka-aiheet ovat nähtävissä. Mikroskopoinnissa numero 3+. (Taylor ym., 1997, s. 146)

Verholehtien aiheet (s) ovat pidentyneet, karvat ja karvojen alut ovat näkyvissä lehtien ylä- ja alapinnoilla. Ulkoverhiön liuskat (e) ovat initioituneet verholehtien ulkopuolelle. Terälehtien aiheet (nuoli) ovat myös initioituneet ja ovat nähtävissä pieninä pullistumina verholehtien aiheiden välissä, ulkoverhiön liuskojen vastakkaisella puolella. (Kuva 14)



Kuva 14. Kukka-aiheessa on selvästi erotettavissa kukan eri osia. Mikroskopoinnissa numero 4+. (Taylor ym., 1997, s. 146)



Kuva 15. Mikroskopoinnissa käytössä olivat kuvat kasvuvaiheista 20-22 ja 24-26. (Jahn & Malcolm, 1970, s. 610)

Jahn & Malcolm (1970, s.609-611) määrittelevät mansikan kukka-aiheiden kehityksen ensimmäiset vaiheet seuraavasti (numerot viittaavat kuvan 15 kuvasarjassa oleviin numeroihin):

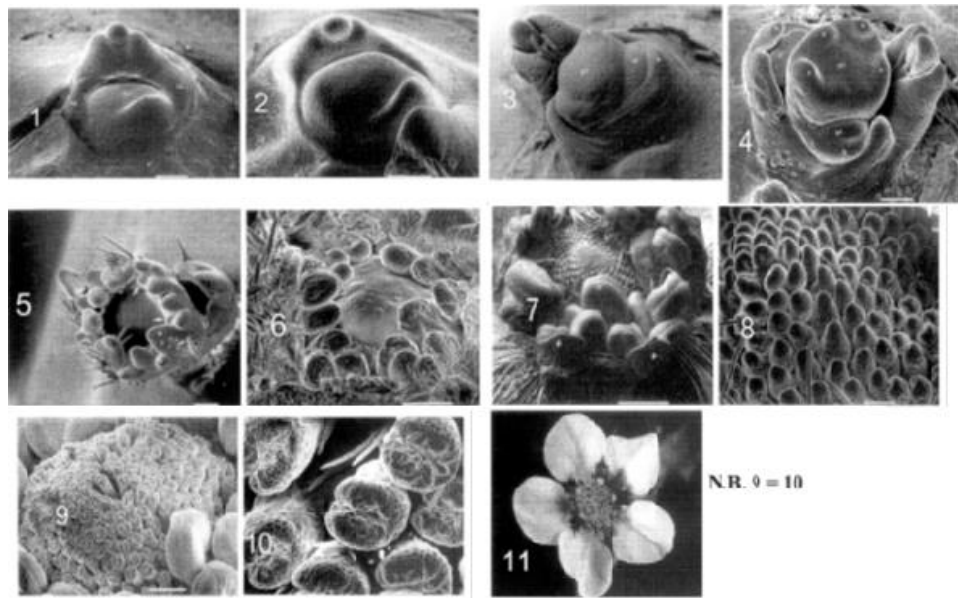
- 17. Vegetatiivisessa vaiheessa oleva kasvupiste.
- 18. Kasvupiste on selkeästi laajentunut.
- 19. Kukkavanan ensimmäinen suojuislehti on initioitunut.
- 20. Ensimmäisen asteen kukan aihe on initioitunut ja kasvusolukko on kehittymässä hankaan. Mikroskopoinnissa numero 3-.

21. Verholehdet kehittyvät ensimmäisen asteen kukan aiheen laidalle. Toisen asteen kukan aihe kehittyy hankaan. Mikroskopoinnissa numero 3.
22. Terälehdet initioituneet (ei vielä näkyvillä) ensimmäisen asteen kukan aiheessa, kukan aihe initioitunut toisen asteen hangassa. Mikroskopoinnissa numero 4.
23. Kukinnan kehityksessä on nähtävissä verholehdet sekä terälehdet ensimmäisen asteen kukan aiheessa.
24. Heteet tulevat esiin ensimmäisen asteen kukan aiheen reunalla. Mikroskopoinnissa numero 4.
25. Ensimmäisen asteen kukan aihe on lähes sulkeutunut verholehtien sisään, epidermiset eli pinnalla olevat karvat on kehittynyt. Mikroskopoinnissa numero 5.
26. Ensimmäisen asteen kukan aihe on kokonaan sulkeutunut verholehtien sisään, reunan emit näkyvissä. Mikroskopoinnissa numero 6-.

Ensimmäisen asteen kasvusolukko: pm, Viimeisin 3-sorminen lehti: l, Ensimmäisen ja toisen asteen kukinnan suojuslehti: bl & b2, Toisen asteen kasvusolukko: sm, Ensimmäisen asteen kukan aihe: pf, Verholehden aihe: s, Toisen asteen kukan aihe: sf, Toisen asteen suojuslehti: sb, Kolmannen asteen kasvusolukko: tm, Terälehtien kasvusolukko: p, Kasvupisteen sijainti johon emit kehittyvät myöhemmin: a, Kolmannen asteen kukan aiheet: tf, Epidermiset karvat: eh. (Jahn & Malcolm, 1970, s. 611)

6.2 Plantalogican kukintoanalyysien tulkinta

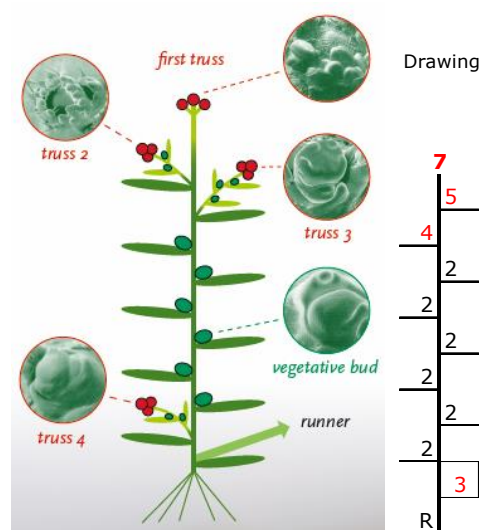
Plantalogica (2020) on kukintoanalyysijä tekevä hollantilainen yritys, joka tarjoaa palveluitaan viljelijöille, taimistoille ja lajikkeiden jalostajille sekä neuvontapalveluiden käyttöön. Kukkavanojen määrän lisäksi analyysistä selviää niiden kehitysaste. Rapon (2020) taimistolta saamassani Plantalogican analyysissä kärkikasvupisteen kehitys asteen sekä primäärikukan määrittelyssä on käytössä Taylor yms. kuva-asteikko kokonaisuudessaan (Kuva 16)



Kuva 16. Plantalogican käyttämä kuva-asteikko (Taylor ym., 1997, s. 144-150)

Vaiheet 1 ja 2 ovat Plantalogican tulkinnan mukaan vielä vegetatiivisessa kasvuvaiheessa, jolloin lehdet kehittyvät. Plantalogica tulkitsee kasvuvaiheen 2,5 ensimmäiseksi generatiiviseksi vaiheeksi, jossa kukkavanan kehittyminen alkaa ja ensimmäinen toisen asteen kukka on näkyvissä. Vaiheesta 3 kukkavana kehittyy ja ensimmäinen verholehden aihe on näkyvillä. Vaiheesta 4 eteenpäin kukkavana kehittyy edelleen ja verholehtiä on näkyvissä 4 tai enemmän. Analyysiin merkitään myös rönsyt (R) ja uudet juurakon haarat (Cr). Myös cb merkintä voi esiintyä analyysissä, jolloin kukkavana on poistettu. (Kuva 17) (Rapo, 2020)

Position	Development stage
first truss	7
10	5
9	4
8	2
7	2
6	2
5	2
4	2
3	2
2	3
1	R



Kuva 17. Taulukon ensimmäinen sarake kertoo tutkitun silmun sijainnin ja toisessa sen kehitystason. Ensimmäisen asteen kukkavana

on ylimpänä ja tutkittuja silmuja on ollut 11 kpl. Sijainniltaan alimmainen silmu merkitään numerolla 1 ja se on esimerkissä ollut rönsy. Analyysieihin merkitään myös silmun ja kukkavanan pituus. Saaduista tuloksista tehdään vasemmalla näkyvä kuvaaja. (Rapo, 2020)

7 TUTKIMUSAINIESTON TAUSTAA

Mansikan kukintoanalyysistä on vähäisesti tietoa ja niiden tulkinta ei ole aina helppoa. Koemaalla olevien uusien lajikkeiden ominaisuuksista ei ollut vielä jalostajan lajikekuvausta enempää tietoa, joten lajikkeiden eroavaisuuksien tutkiminen oli tarpeen. Uusien lajikkeiden tarkastelu kukka-aiheiden ja kehittyvien kukkavanojen avulla voi antaa tietoa lajikkeiden mahdollisesta soveltuvuudesta Suomen kasvuolosuhteisiin.

Työn suunnittelu alkoi 29.11.2018 Luonnonvarakeskuksen Piikkiön toimipisteessä. Hyödyksi päätettiin käyttää edeltävänä kesänä istutettuja taimia ja uusia vielä vähäisesti tunnettuja lajikkeita. SataVarMa-hankkeessa oli tutkittu hyvin monipuolisesti tuotantotiloilla tehtyjen viljelytoimien vaikutusta mansikan kasvuun ja kehitykseen, joten oli luonnollista yhdistää opinnäytetyö hankkeeseen.

Koemaa sijaitsi marjanviljelytilalla Sauvossa. Koemaalle oli istutettu useiden jalostajien lajikkeita. Myös SataVarMa-hankkeessa tutkittavia Luken toimittamia koelajikkeita oli istutettu samalle koemaalle. Kesällä 2018 perustetulta koeviljelmältä kerättiin 5.12.2018 eri lajikkeiden taimia, jotka vietiin Luonnonvarakeskuksen kylmävarastoon Piikkiöön odottamaan mikroskopointia. SataVarMa-hankkeessa tutkittiin samanaikaisesti viljelytekniikan vaikutusta kukintojen kehitykseen, joten ohjeita mikroskopointiin ja kukka-aiheiden tutkimiseen oli helppo kysyä Luken tutkijalta sekä tutkimusmestarilta.

7.1 SataVarMa- hanke

SataVarMa-hanke on Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahoituksen tukema. ProAgria ja Luken kehittämishankkeen (2016-2019) tavoitteena on mansikanviljelyn kilpailukyvyyn parantaminen Lounais-Suomessa. Hankkeen tavoitteena on ollut parantaa mansikantuotannon kannattavuutta uusilla tuotantotavoilla ja hoitokäytännöillä. Hankkeessa on tehty kokeita erilaisista menetelmistä tuotantotiloilla, järjestetty pelonpiennarpäiviä, seminaareja ja koulutustilaisuuksia sekä useampi ulkomaan matka messuille, Euroopan ammattiviljelmille ja tutkimuslaitoksiin. (ProAgria, n.d.)

Hankkeessa on tutkittu myös erilaisten syyshoitotoimenpiteiden vaikutusta mansikan kukintoaiheiden muodostumiseen sekä etsitty uusia ul-

komaisia sekä kotimaisia lajikkeita viljelijöiden testattavaksi erilaisissa maalaissa ja viljelymenetelmissä. (ProAgria, n.d.)

8 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

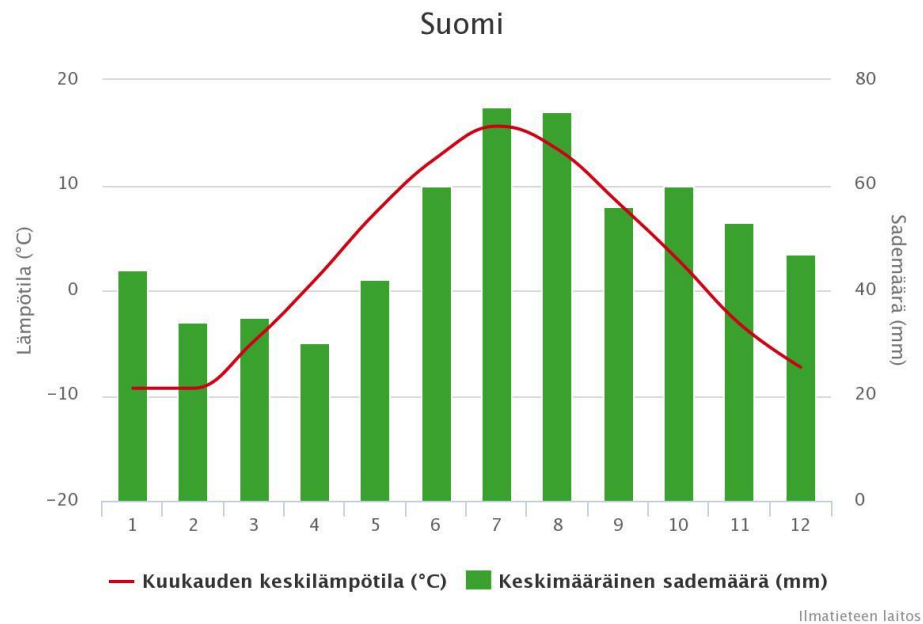
8.1 Lajikkeiden valinta koemaalle

Lähetin ulkomaisille taimistoille loppuvuodesta 2017 kyselyitä mahdollisesta kiinnostuksesta pienimuotoiseen koetoimintaan sauvolaisen maatian pellolla. Taimistoja pyydettiin valitsemaan lajikkeita, jotka voisivat soveltua Suomen kylmiin talviolosuhteisiin eivätkä ne olisi erityisen alttiita kasvitaudeille. Taimistojen ehdottamista lajikkeista karsittiin pois sellaiset, joista oli jo aiemmin huonoja kokemuksia talvehtimisen tai kasvitautien suhteen ja loput ehdotetuista lajikkeista istutettiin koemaalle paririiviin. SataVarMa-hankkeen kautta myös kolme Luken toimittamaa koelajiketta istutettiin kesällä 2018 taimistoilta valittujen lajikkeiden joukkoon.

8.2 Sääolosuhteet Suomessa vuonna 2018

Suomessa kasvukausi vaihtelee etelän 170 päivän ja pohjoisen jopa vähemmän kuin 130 päivän välillä. Kesällä on pitkänpäivän olosuhteet syksyn alkuun asti, jonka takia kukintainitiaatio alkaa vasta myöhään kasvukauden loppuvaiheilla. (Hietaranta & Karhu, 2014, s.74)

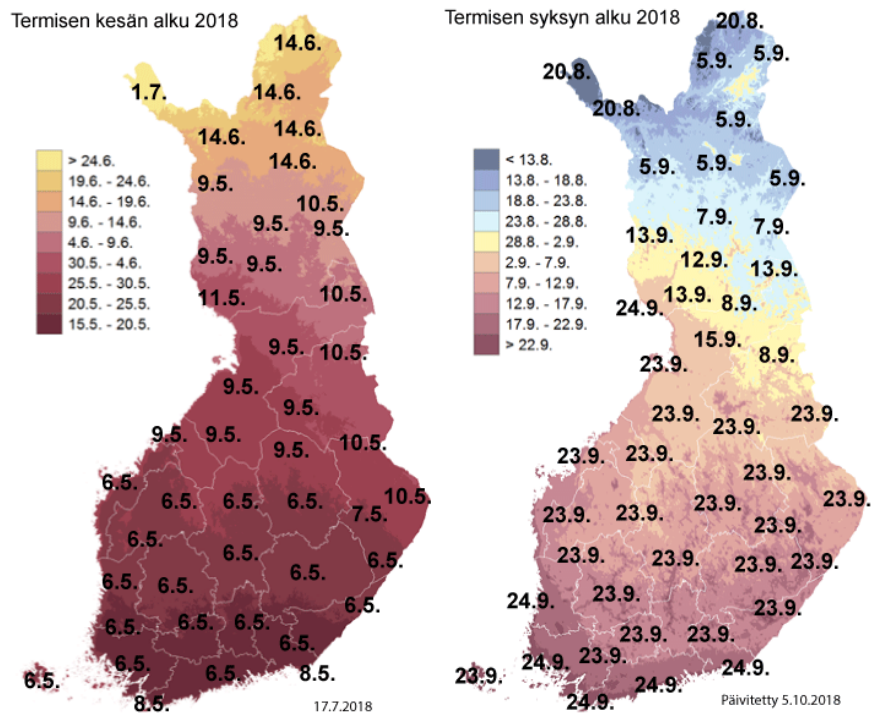
Ilmatieteenlaitoksen (2018a & 2018b) mukaan vuosi 2018 oli koko Suomessa 1-2 astetta tavanomaista lämpimämpi ja kesän pitkä lämmin jakso johti ennätysellisen suureen kasvukauden lämpösummaan. Vuonna 2018 koemaata lähinnä sijaitsevalla Turun Artukaisten asemalla mitattiin korkein mitattu kasvukauden lämpösumma, joka oli 1974 °Cvrk. Vuosien 1981-2010 Helsinki-Vantaan keskiarvo on 1453 °Cvrk (astevuorokautta). Myös vuotuinen sademäärä oli poikkeuksellisen pieni verrattuna keskiarvoihin (Kuva 18) erityisesti maan länsiosasta Meri-Lappiin ulottuvalla alueella. Useilla havaintoasemilla sademäärä jäi ennätysellisen alhaiseksi.



Kuva 18. Suomen kuukausittainen keskilämpötila ja sademäärän keskiarvo jaksolla 1981-2010. (Ilmatieteenlaitos, 2018c)

Joulu-helmikuu oli suuressa osassa maata 1-3 astetta tavanomaista leudompaa ja sademäärät olivat lähellä keskiarvoja. Maalis-toukokuun keskilämpötilat olivat tavanomaiset tai hieman lämpimämpiä mutta toukokuu oli ennätyslämmin, jota taas kompensoi kylmä maaliskuu. Sademäärät jäivät tavanomaista vähäisemmiksi maan lounais- ja pohjoisosissa, kun taas itäosassa maata sademäärät olivat lähellä tavanomaisia mittaustuloksia. Kesä-elokuu oli tavanomaista noin kaksi astetta lämpimämpi ja osalla paikkakunnista kesä oli vieläkin äärevämpi. Maan länsipuolella kesä jäi tavanomaista vähäsateisemmaksi ja erityisesti Ahvenanmaalta Keski-Suomeen yltävällä alueella sateet jäivät noin puoleen tavanomaisesta. (Ilmatieteenlaitos, 2018a) Terminen kesä (Kuva 19), eli ajanjakso, jolloin vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi yli + 10 °C, alkoi Varsinais-Suomessa 6.5. vuonna 2018. (Ilmatieteenlaitos, 2018d & 2018e)

Muutamilla maan lounaisosan havaintoasemilla kesä oli ennätysellisen kuiva. Vähäiset sadekertymät ja kesän kuumuus sekä siitä aiheutuva haihdunta aiheuttivat erittäin kuivat olosuhteet myös maastoon ja metsiin erityisesti alkukesästä. Syys-marraskuu oli myös 1-3 astetta tavanomaista lämpimämpi suuressa osassa maata ja maan länsiosassa sekä Länsi-Lapissa tavanomaista kuivempi. Muualla sademäärät olivat lähellä tavanomaista. (Ilmatieteenlaitos, 2018a) Terminen syys, jolloin vuorokauden keskilämpötila laskee pysyvästi alle +10 °C, alkoi vuonna 2018 Varsinais-Suomessa 24.9. (Kuva 19) (Ilmatieteenlaitos, 2018d & 2018f)



Kuva 19. Termisen kesän ja syksyn alkaminen vuonna 2018. Värilliset vyöhykkeet kuvaavat vertailukauden keskimääräistä alkamisajankohtaa. (Ilmatieteenlaitos, 2018e & 2018f)

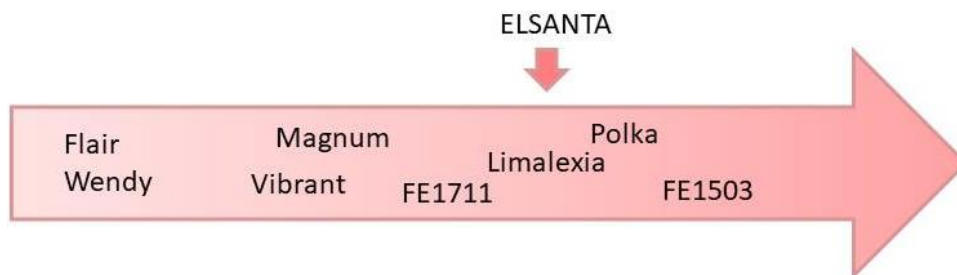
8.3 Lajikkeiden valinta tutkimukseen

Koemaalta oli tarkoitus nostaa 10 eri lajikkeen taimia. Talvisuojaharsojen, -verkkojen ja hankalien olosuhteiden muun muassa märkyyden ja maan jäätyneen vuoksi tutkimukseen voitiin ottaa mukaan kahdeksan lajiketta. Verkot ovat 35 g/ m² painavia ja ne oli levitetty suojaamaan harsoja hirvieläinten aiheuttamien rikkoutumisten estämiseksi. Taimet nostettiin 5.12.2018. Nostopäivänä aukealle pellolle kävi tuuli ja rivien välit olivat täynnä vettä, joten keskeltä harsoja ei lähdetty lajikkeita nostamaan. Kahdeksan lajiketta, jotka pellolta saatiin nostettua, olivat Limalexia, Flair, Vibrant, Magnum, FE1503, FE1711, Polka ja Wendy.

Polka-lajiketta on viljelty Suomessa pitkään ja sen ominaisuudet tunnetaan kohtuullisen hyvin, joten se toimi verroksi lajikkeena tässä tutkimuksessa. Lajikkeiden kuvaukset on kirjoitettu lajikkeen jalostajan lajikeesittelyihin perustuen ja tulee huomioida, ettei lajikkeita ole esittelyissä todennäköisesti testattu Suomen olosuhteissa. Puuttuva tieto lajikkeiden soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin voi vaikuttaa esimerkiksi lajikkeen aikaisuuteen viljelmillä verrattuna lajikekuvaukseen. Myös ominaisuudet, joita lajikkeilla kerrotaan esittelyissä olevan vaihtelevat eri ilmasto- ja kasvuolosuhteissa viljeltäessä.

Lajikkeen aikaisuutta verrataan esittelyissä usein Elsanta-lajikkeeseen, joka on Euroopassa ollut pitkään valtalajike ja useiden tutkimusten kohde.

Siitä syystä Elsantan ominaisuuksista on olemassa useita mallinnuksia ja lajikkeen sanotaan olevan 60 päivän lajike, joka tarkoittaa aikaa istutuksesta sadon ajoittumiseen. Valituista lajikkeista tehty vertailu sadon ajoittumisessa (Kuva 20) Elsantaan verrattuna on hyvin karkea, sillä tarkkoja vertailuja ei löytynyt ja lajikkeiden testaus on tehty eri ilmasto-olosuhteissa. Lajikkeiden ajoittuminen sijoittuu arviolta noin 20 päivän ajanjaksolle.



Kuva 20. Lajikkeiden sadon ajoittuminen Elsantaan verrattuna. (Järvinen 2020)

Limalexia on Hollantilaisen Limgroupin jalostusohjelman ensimmäinen mansikkalajike. Se on kausisatonen lajike, joka soveltuu erilaisiin viljelymenetelmiin mm. kahden sadon menetelmään kasvihuoneessa, tunneleihin ja avomaalle. Lajike on jalostajan mukaan satoisa ja tuottaa hyvin 1-luokkaaista marjaa. Marjakoko säilyy tasaisena koko satokauden ajan ja marjojen kauppakestävyys on hyvä. Marjojen väri vaihtelee haalean punaisista tummempaan punaiseen. Lajike on voimakaskasvuinen ja lannoituksessa suositellaan käyttämään vähä typpistä lannoitetta, mutta riittävän kaliumin saannista on huolehdittava. Kukkavanat jäävät lehdistön alapuolelle ja lehdistö suojaa jonkin verran hallalta. Lajike kestää sadetta ja on vastustuskykyinen useita maalevintäisiä kasvitauteja vastaan. (Limgroup, 2019)

Flair on Hollantilaisen Flevo Berryn jalostama kausisatonen lajike. Lajike soveltuu viljeltäväksi avomaalla sekä erityisen hyvin tunneleissa. Lajike on jalostajan mukaan erittäin aikainen, jopa 10 päivää Elsantaa aikaisempi. Lajikkeen marjat ovat kirkkaan punaisia ja kiiltäviä. Lajikkeen lehtiruodit ovat pitkät ja kasvutapa on avoin. Myös kukkavanat nousevat lehdistön yläpuolelle, tästä syystä mansikat ovat helppoja poimia. Kasvupaikan tulisi olla ravinteikas ja läpäisevä. (Flevo Berry, 2019)

Vibrant on Englantilaisen NIAM EMR:n jalostama lajike, joka soveltuu avomaalle sekä tunneleihin. Lajike on hyvin aikainen ja 1-luokkaisen marjan osuus on suuri. Marjat ovat suuria, hieman kartion muotoisia ja kiiltäviä. Väritään marjat ovat kirkkaan punaisia. Lajikkeella on pysty ja maltillinen kasvutapa. Kukat ovat lehdistön yläpuolella pitkissä kukkavarsissa ja isojen marjojen poiminta on helppoa. Lajike kestää härmää kohtuullisesti mutta se on herkkä lakastumistautia aiheuttaville *Verticillium*-sienille. (Meiosis, 2019a)

Magnum on Ranskalaisen Marionnet SAS:n jalostama lajike ja se soveltuu sekä avomaalle että tunneliin tai kasvihuoneeseen. Lajike on Elsantaa hieman aikaisempi. Keskipunaisesta kirkkaan punaiseen värittyvät marjat ovat kiinteitä ja niillä on hyvä varastointikestävyys. Kasvutavaltaan Magnum on pysty- ja voimakaskasvuinen. Se soveltuu kasvatettavaksi sekä avomaalla että rajoitetussa kasvualustassa eikä se ole erityisen herkkä kasvitaudeille. (Meiosis, 2019b)

Numerolajike FE1503 on saanut nimen Ritmo. Lajike on Hollantilaisen Fresh Forwardin jalostama myöhäinen lajike. Lajikkeella on erityisesti satokauden alussa isot marjat. Marjat ovat kartion muotoisia, kiinteitä ja väriltään kirkkaan punaisia, joiden pohjasävyssä on häivähdys oranssia. Lajikkeen satotaso on hyvä. Lajike ei ole erityisen herkkä kasvitaudeille ja se sietää hyvin myös sateisia jaksoja. (Plantenkwekerij de Kemp, 2019a)

Vielä nimeämätön numerolajike FE1711 on Fresh Forwardin jalostama aikainen pääsatokauden lajike. Marjat ovat kartiomaisia ja alussa isoja mutta pienenevät ja lyhenevät satokauden edetessä. Väriltään marjat ovat syvän punaisia, jopa tummia sekä hyvin kiiltäviä. Marjoilla on hyvä varastointikestävyys, mutta pinta voi olla herkkä vaurioitumaan. Lajikkeella on vaalean vihreät voimakkaasti sahalaitaiset lehdet. Kukat jäävät tavallisesti lehdistön alapuolelle. Lajike on vastustuskykyinen tyvimädälle *Phytophthora cactorum*, eikä se ole herkkä myöskään *Verticillium*-sienten aiheuttamalle lakastumistaudille tai mansikanhärmälle *Podosphaera aphanis*. (Plantenkwekerij de Kemp, 2019b)

Polka on Fresh Forwardin jalostama erityisesti Pohjoismaissa suosittu lajike. Lajike soveltuu parhaiten viljelyyn avomaalla, jopa raskailla maalajeilla. Lajikkeen talvenkestävyys on erinomainen. Lajike on tunnettu hyvänmakuisena ja väriltään se on tummanpunainen sekä kiiltävä. Lajikkeen marjakoko on keskikokoinen ja se pienenee satokauden loppua kohti. Lajikkeen satotaso on suuri ja marjat soveltuvat hyvin säilöntään. Lajike on voimakaskasvuinen ja kasvin vedensaannista on huolehdittava. Lajike on herkkä harmaahomeelle *Botrytis cinerea*, punamädälle *Phytophthora fragariae* ja tyvimädälle. (Fresh Forward, 2019)

Wendy on Kanadalaisen AAFC:n jalostama aikainen kausisatoinen lajike. Lajikkeen marjat ovat keskipunaisia tai tummia ja kiinteitä. Lajikkeen satotaso ja marjanlaatu on hyvä. Lajike on voimakaskasvuinen. Lajike on kohtuullisen vastustuskykyinen mansikan härmälle ja punamädälle mutta herkkä lakastumistaudille. (Meiosis, 2020)

8.4 Taimimateriaali

Taimet nostettiin koemaalta 5.12.2018 kaivamalla istutuslapiolla juurakon ympäriltä ja nostamalla taimet varovasti kokonaisina ylös (Kuva 21). Nosto tehtiin varovaisesti, juurakon murtumisen estämiseksi. Lehtien fenoliset yhdisteet voisivat tummentaa juurakon solukkoa, jos se olisi pääs-

syt vaurioitumaan ja siten vaikeuttaa taimien jatkotutkimista. Suurin osa kasvulehdistä ja juurista leikattiin pois jo pellolla, koska tutkimusaineisto pyrittiin saamaan mahdollisimman puhtana jatkokäsittelyyn. Ilmassa ja ylimääräisessä kasvimateriaalissa usein olevat harmaahomeitiöt voivat myös vaurioittaa kasvupistettä ja siten hankaloittaa tutkimista mikroskoopin alla. (Rantanen Marja, 2018c)



Kuva 21. Taimien nostaminen kasvupaikaltaan (Järvinen, 2018)

Jokaista lajiketta nostettiin satunnaisotantana kymmenen taimea. Edustavan otannan saamiseksi oli tärkeää, ettei tutkimukseen valikoitunut vain pellon parhaimmat tai huonoimmat taimet. Taimia ei nostettu vain yhdestä kohdasta vaan noin 20 metrin matkalta, tasaisin välein ja vuoroitellen molemmin puolin paririviä. Alkuperäisesti suunnitellusta 50-100 metrin taimien nostamiseen ajatellusta matkasta luovuttiin, sillä harsojen saaminen takaisin paikoilleen olisi ollut haastavaa vähäisen henkilömäärän voimin tuulisessa säässä. Jokainen lajike pakattiin omaan pussiin, pussit merkittiin selvästi lajikkeen nimellä ja vietiin Luonnonvarakeskuksen Piikkiön toimipisteen kylmävarastoon, jossa lämpötila oli noin 0 °C.

8.5 Taimien valmistelu

Taimien valmistelu ja mikroskopointi alkoi 14.12.2018 ja jatkui 28.12.2018 asti. Taimet valmisteltiin mikroskopointiin poistamalla ylimääräiset ja likaiset juuret sekä lehdet. Tavoitteena oli saada aineisto mahdollisimman puhtana mikroskopoitavaksi. Valmistelu työt tehtiin, jotta työskentely mikroskoopin alla olisi helpompaa. (Kuva 22)



Kuva 22. Taimet pellolta nostamisen jälkeen ennen valmistelua (Järvinen, 2018)

Kaikkia taimia ei valmisteltu samaan aikaan, sillä kasvin solukoiden rikkoutuessa ne tummuvat nopeasti ja oli parempi valmistella sellainen määrä taimia, jotka on mahdollista tutkia mikroskoopilla mieluiten saman päivän aikana. Valmistellut näytteet säilyivät kuitenkin tarvittaessa muutamana päivänä 0 °C kylmiössä kannellisessa rasiassa, joka suojasi näytteitä kuivumiselta.

Ensimmäisenä kaikki ylimääräiset juuret ja lehdet leikattiin pois (Kuva 23). Tämän jälkeen juurakon haarat irrotettiin erikseen (Kuva 24). Haarojen ympäriltä poistettiin varovasti päällimmäisiä kuolleita lehtiä haaran rikkoutumatta. Vain helposti irtoava lika ja lehdet poistettiin ensimmäisessä vaiheessa. Erittäin likaisia haaroja huuhdeltiin varovasti, jonka jälkeen ylimääräinen vesi kuivattiin niistä pois paperilla. Kuraiset tai märät näytteet olisivat vaikeuttaneet mikroskoopin alla työskentelyä. Lehtiä poistettiin erityisen varovaisesti, etteivät lehtien tyvessä olevat hankasilmut vaurioidu. Juurakossa voi myös olla pieniä haaranalkuja. Jokaisen haaran halkaisija mitattiin noin 1 cm kärkikasvupisteen alapuolelta ja halkaisija sekä haarojen lukumäärä merkittiin taulukkoon. Jokaisen taimen haarat pakattiin omiin pakasterasioihin ja merkittiin lajiketta osoittavalla numerolla sekaantumisen estämiseksi (Kuva 25 ja Kuva 26).



Kuva 23. Ylimääräisiä juuria ja lehtiä on jo poistettu (Järvinen, 2018)



Kuva 24. Yhden taimen juurakon haarat irrotettuna erikseen (Järvinen, 2018)



Kuva 25. Yksi lajike on pakattu laatikkoon ja jokainen taimi on omissa rasioissaan (Järvinen, 2018)



Kuva 26. Yksittäisen taimen haarat rasiassa odottamassa mikroskopointia (Järvinen, 2018)

8.6 Mikroskopointi

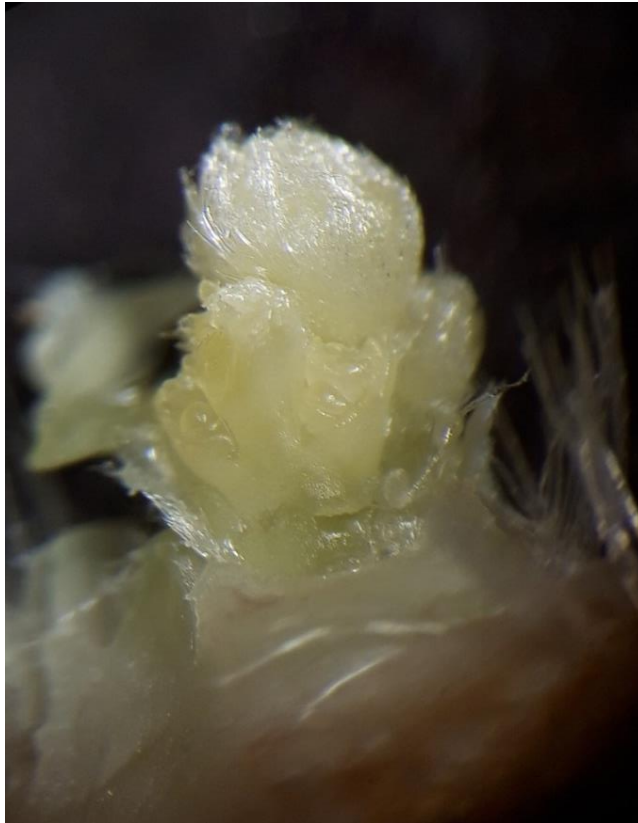
Mikroskopointi tehtiin stereomikroskoopilla. Jokainen haara purettiin vielä pienempiin osiin ja lehtihankojen haarassa olevat silmut tutkittiin mikroskoopin alla. Mansikan lehdet kiertävät haaraa spiraalimaisesti ympäri edeten viimeisenä kärkisilmuun.

Mikroskopoinnissa mikroskoopin alla leikattiin kirurgin veistä ja piikkiä apuna käyttäen lehtiaiheita kerroksittain kasvupisteen ympäriltä. (Kuva 27) Kukinnot sijaitsevat lehtien suojassa ja leikkaaminen oli syytä suorittaa varoen. Pienimmät silmut olisi voinut leikata vahingossa pois, jos työtä olisi tehnyt huolimattomasti. Irti leikkaamisen jälkeen silmuja oli paljon vaikeampi tarkastella.



Kuva 27. Työpiste (Järvinen, 2018)

Kasvupisteissä sijaitsevien mahdollisten kukintojen kehitysaste arvioitiin asteikolla 1-6, käyttäen apuna aiemmin kuvattua flower mapping- kuva-asteikkoa. Asteikossa 1 on vielä vegetatiivisessa vaiheessa oleva ja 6 vaiheessa kukkapohjus on jo sukeutunut verholehtien sisälle (Kuva 28). Kasvuvaiheesta 4 eteenpäin kukinnon pituus mitattiin kukinnon tyvestä pääkukan kärkeen asti, asettamalla kukinto mitta-asteikon päälle ja merkitsemällä tulos taulukkoon.



Kuva 28. Ensimmäisen asteen kukka kehittynyt vaiheeseen 6, sivulla näkyy myös toisen, kolmannen ja neljännen asteen kukkien aiheet. (Järvinen, 2018)

Magnumin kohdalla kukka-aiheiden etsiminen oli työlästä, sillä niitä oli haaroissa useita ja niiden koko oli vielä hyvin pieni. Wendyn kohdalla solukko oli hyvin pehmeää ja vaikeutti huomattavasti kasvupisteen löytämistä ja lehtiaiheiden leikkaamista sen ympäriltä. Wendyn neljännen taimen juurakko oli ruskea ja yksi haaroista oli niin huonokuntoinen, ettei sitä voinut tutkia. Polkan kolmannen taimen yksi haaroista oli vioittunut ja muuttunut oranssin väriseksi ja pehmeäksi.

8.7 Kukintojen laskeminen

Kesän alussa kukinnan alkaessa suoritettiin kukintojen ja kukkien laskeminen avomaalla. Kukut laskettiin lajiketta kohden 10 taimesta vuorotellen paririvin molemmin puolin noin 50 metrin matkalta, laskettavia taimia ei ollut merkitty vaan ne laskettiin satunnaisotantana. Kun kehittyneet kukkavanat ja kukat oli laskettu, oli niitä mahdollista vertailla mikroskooppinnista saatuihin tuloksiin. Laskenta suoritettiin kaksi kertaa 5.6.2019 ja 28.6.2019. Laskennoissa voivat toistua samat taimet tai ne ovat voineet vaihtua, sillä 10 laskettavaa taimea valittiin satunnaisesti.

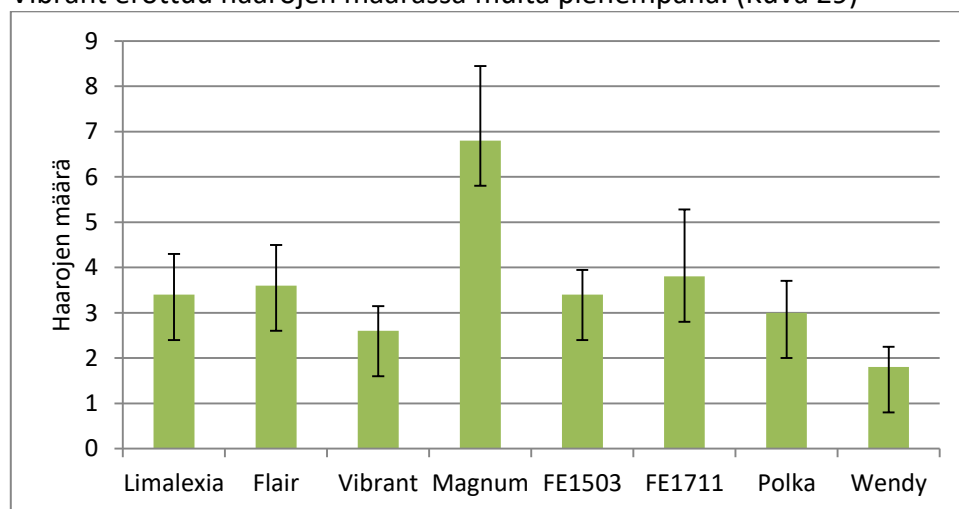
8.8 Tilastoanalyysit

JMP Pro tilastosovelluksella selvitettiin, onko tutkittavien lajikkeiden välillä eroja kukkavanan kehitysasteissa sekä kesän kukinnassa 5.6.2019 ja 28.6.2019. Kukkavanan kehitysvaiheen rajaksi tilastollisessa käsittelyssä valittiin kehitysaste 3, sillä sitä pienemmät kehitysvaiheet ovat hyvin epävarmoja tulkita. Aineiston normaali-jakautuneisuus testattiin Shapiro-Wilk – testillä ja varianssien yhtäsuuruus Levenen testillä. Varianssien yhtäsuuruus ehto ($P > 0,05$) ei täytynyt tutkittujen lajikkeiden osalta, joten lajikkeiden välisten tilastollisten erojen analysointiin valittiin ei-parametrisille aineistolle soveltuva Wilcoxon/Kruskal-Wallis -testi sekä parivertailuun Wilcoxonin testi. Parametrisiin testeihin pitäisi olla normaalisti jakautunut aineisto ja varianssien pitäisi olla yhtäsuuria, muutoin parametrista testiä ei voi suorittaa. Kukkavanan kehitysvaihe sekä kesän kukinta kuvaavat molemmat lajikkeiden sopeutumista Suomen kasvuolosuhteisiin.

Regressioanalyysillä haluttiin selvittää kukkavanan kehitysvaiheen vaikutusta kesän kukintaan yleisesti sekä lajikekohtaisesti. Jotta regressioanalyysissä oli mahdollista verrata 5 kpl kukkavanan kehitysvaihetta ja 10 kpl kukkavanoja, korvattiin lajikkeiden 5 puuttuvaa kukkavanan kehitysvaihetta analysoitujen 5 kukkavanan keskiarvolla.

9 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

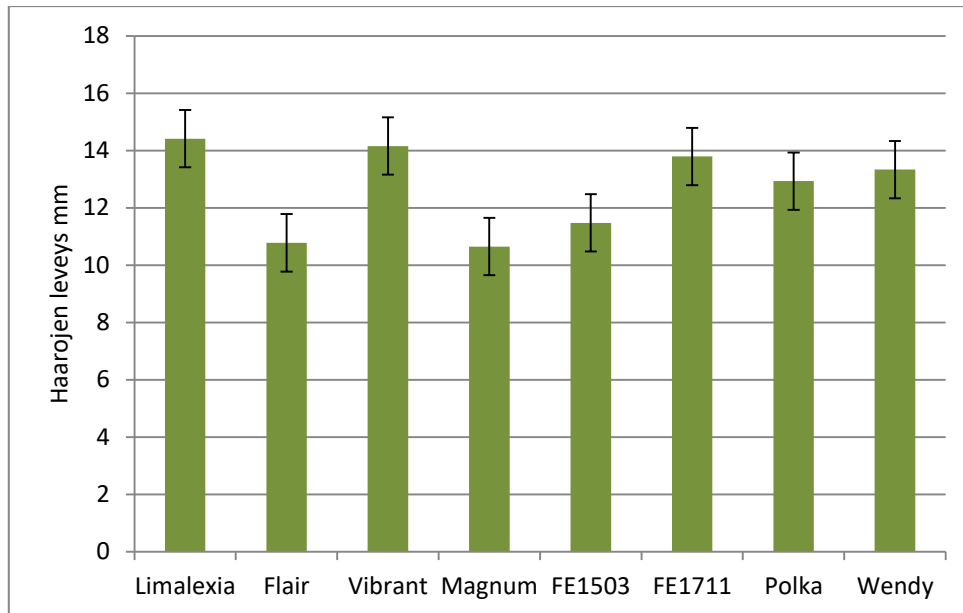
Magnum lajikkeella haarojen määrä oli kaikkiin muihin lajikkeisiin verrattaessa suurempi. Pienin määrä haaroja oli Wendy-lajikkeella, mutta myös Vibrant erottuu haarojen määrässä muita pienempänä. (Kuva 29)



Kuva 29. Haarojen määrän keskiarvo lajikkeittain

Haarojen halkaisijoiden keskiarvoissa on lajikkeiden välillä eroavaisuuksia. (Kuva 30) Myös yksittäisen taimen sisällä voi haaran halkaisijan koko

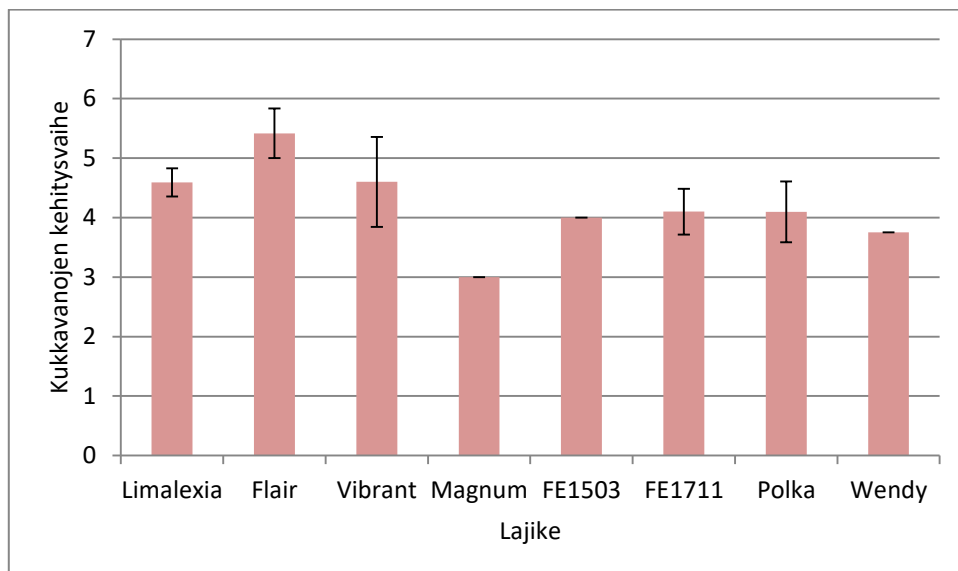
vaihdella huomattavasti riippuen haarojen määrästä. Mitä enemmän haaroja taimessa on, sitä suurempi leveimmän ja kapeimman haaran halkaisijan välinen ero mittaustuloksissa on. Halkaisijaltaan suurimmat 18 mm haarat olivat Limalexia- ja FE1711-lajikkeilla, kun taas Magnum-lajikkeella, jolla myös haaroja oli eniten, pienin haaran leveys oli 3 mm ja suurin 17 mm.



Kuva 30. Haarojen leveyden keskiarvo lajikkeittain

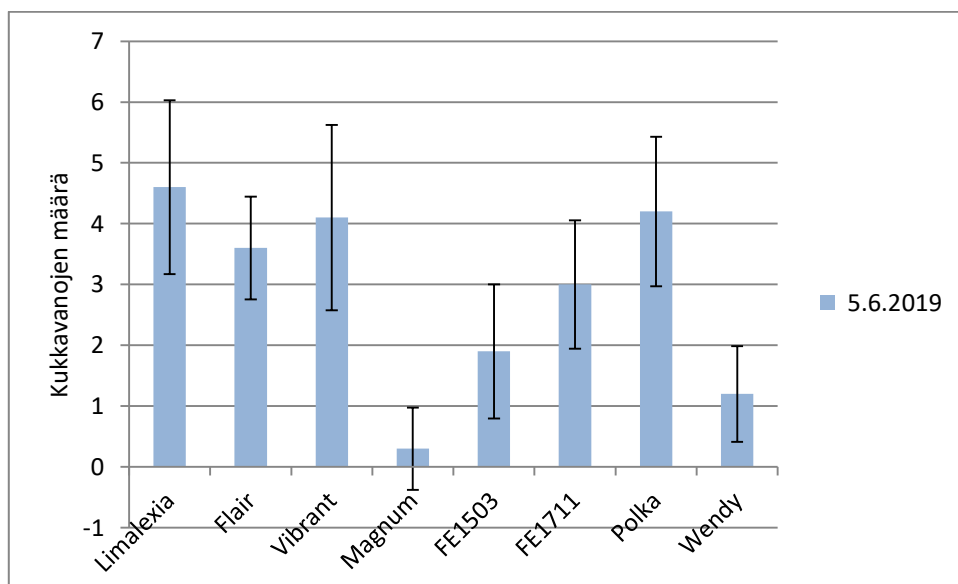
Lajikkeiden välillä oli tilastollisesti merkitsevää eroa ($P < 0,05$) sekä kukka-aiheiden kehitysvaiheiden ($P = 0,0027$) että kukkavanojen määrissä las-kentakerroilla 5.6.2019 ($P = 0,0001$) ja 28.6.2019 ($P = 0,0002$).

Magnumin kukka-aiheiden kehitysvaihe oli pienempi kuin muilla lajikkeilla ja erosi tilastollisesti merkitsevästi ($P < 0,05$) kaikkien muiden lajikkeiden paitsi Wendy'n kanssa. Magnumin taimista ei löytynyt kehitysvaihe 3 suurempaa. FE1503 lajikkeen kukka-aiheiden kehitysvaihe oli suurimmillaan 4 ja lajike erosi tilastollisesti merkitsevästi Limalexian, Vibrantin, Flairin ja Magnumin kanssa. Mikroskopoinnissa pisimmälle kukkavanan kasvuvaiheeseen 6 kehittyneet kukka-aiheet löytyivät Limalexia- ja Flairista, Vibrantista, FE1711 ja Polkasta. Eniten 6 vaiheen kukka-aiheita oli Flairissa ja se erosi tilastollisesti merkitsevästi Wendy-, Polka-, FE1503-, FE1711- ja Magnum-lajikkeiden kanssa. Polkan neljännessä taimessa oli myös jo yksi valmiiksi kehittynyt kukkanuppu. (Kuva 31)



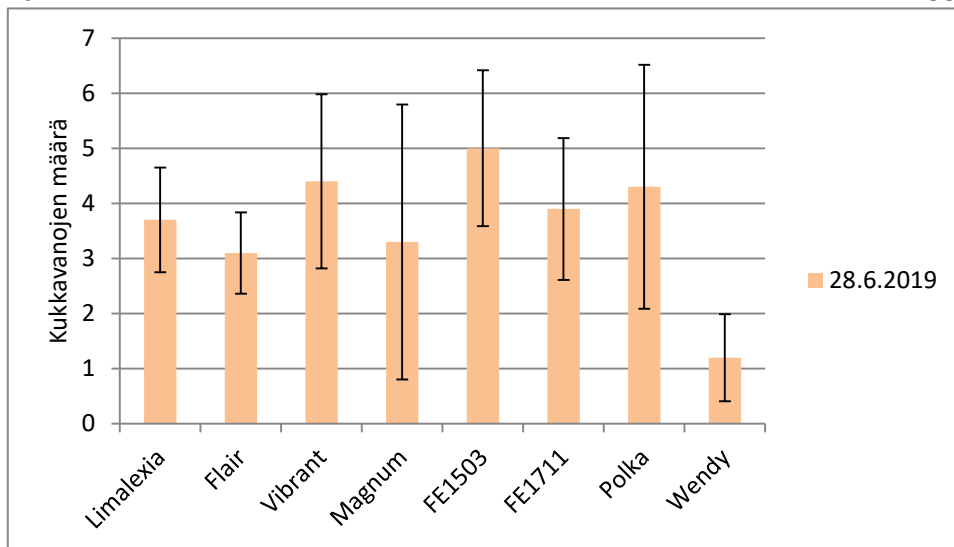
Kuva 31. Kukkavanojen kehitysvaiheiden keskiarvot lajikkeittain

Vibrant, Polka ja Limalexia tuottivat 5.6 laskennassa eniten kukkavanoja (yli 40 kukkavanaa/ 10 taimea) kukkavanojen yhteenlasketun määrän perusteella. Lajikkeiden kukkavanojen keskiarvoista tarkasteltuna samat lajikkeet olivat tuottaneet eniten kukkavanoja. Magnum-lajike oli tuottanut ensimmäiseen 5.6 suoritettuun laskentaan vain 3 kukkavanaa 10 taimesa ja erosi tilastollisesti merkitsevästi kaikista lajikkeista. Wendy-taimissa kukkavanojen keskiarvo oli 1,2 kukkavanaa taimea kohti. FE1503 numero-lajike, jolla oli keksimäärin 1,9 kukkavanaa taimea kohti sekä Wendy-lajike erosivat kukkavanojen määrässä tilastollisesti merkitsevästi kaikista muista lajikkeista paitsi toisistaan. (Kuva 32)



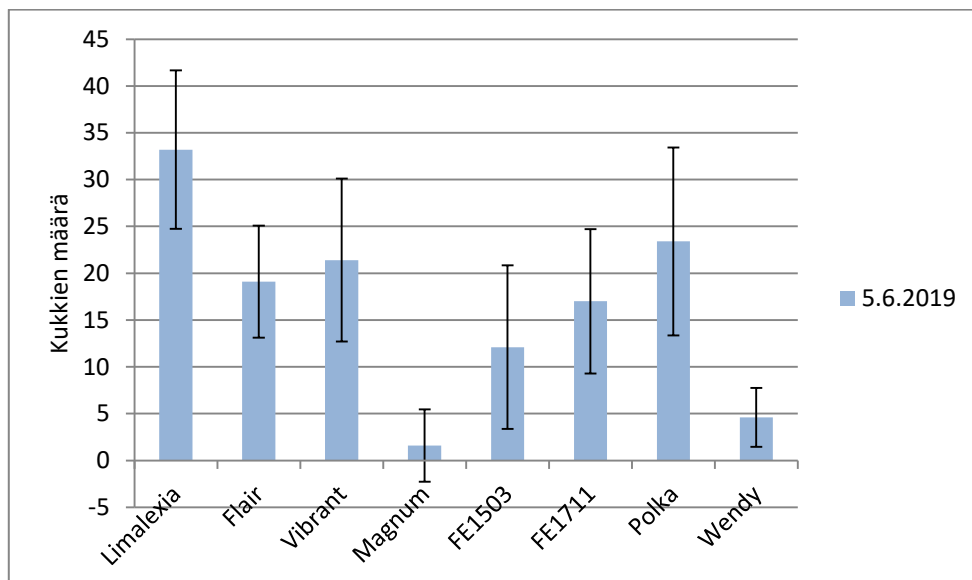
Kuva 32. Kukkavanojen määrän keskiarvo lajikkeittain 5.6.2019 laskennassa

Seuraavassa, 28.6.2019 suoritetussa laskennassa, eniten kukkavanoja oli FE1503-, Vibrant- ja Polka-lajikkeissa. Magnum-lajikkeen kukkavanojen määrä oli kasvanut huomattavasti verrattuna aiempaan 5.6.2019 suoritettuun laskentaan, kukkavanoja oli 33 kpl 10 taimessa. Wendy-lajikkeella oli tilastollisesti merkitsevä ero kaikkien lajikkeiden kanssa, sillä kukkavanojen määrän keskiarvo ei noussut 1,2 kukkavanasta taimea kohti ja oli siten vähemmän kuin muilla lajikkeilla. Wendyyn lisäksi Flair-lajikkeen kukkavanojen määrä jäi pienemmäksi kuin Vibrant- ja FE1503-lajikkeella ja ero oli tilastollisesti merkitsevä. FE1503 erosi tilastollisesti merkitsevästi Flairin lisäksi Limalexia-lajikkeesta, jossa kukkavanoja oli vähemmän. (Kuva 33)

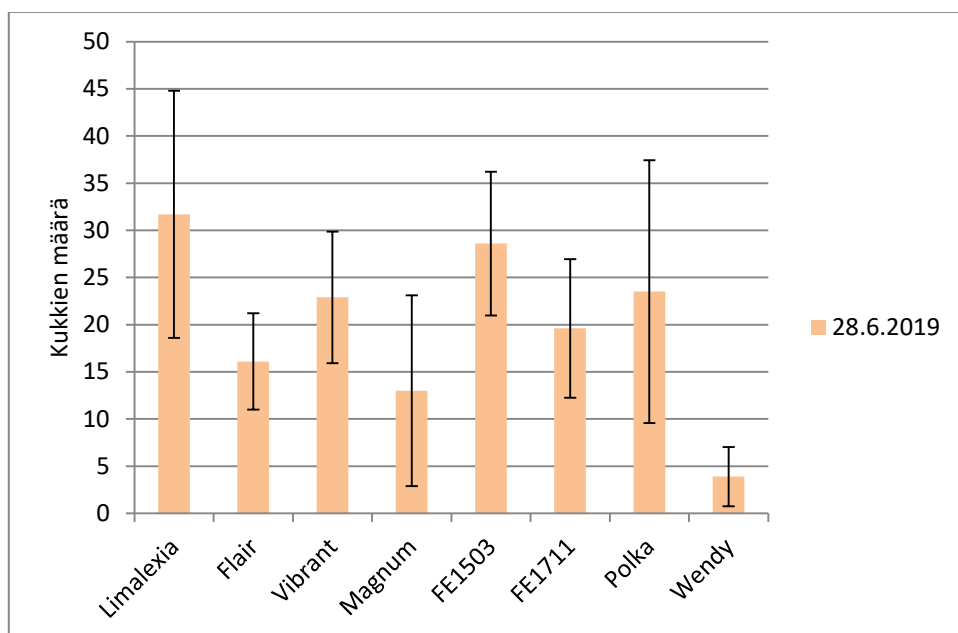


Kuva 33. Kukkavanojen määrän keskiarvo lajikkeittain 28.6.2019 laskennassa

Kukkien määrässä Limalexia tuotti kaikkein eniten kukkia vanaa kohti molemmissa laskennoissa. Limalexian kukkien keskiarvo 5.6.2019 oli 33 kukkaa per taimi ja 28.6.2019 keskiarvo oli 32 kukkaa per taimi. Polkalla 5.6.2019 laskennassa kukkia oli keskimäärin 23 kukkaa per taimi ja 28.6.2019 keskiarvo oli 24 kukkaa per taimi. Wendy-lajikkeella oli heikosti kukkia taimea kohti molemmilla laskentakerroilla, Magnum-lajikkeen kukkien määrä nousi toiseen laskentakertaan kukkavanojen määrän kasvaessa. (Kuva 34 & 35)



Kuva 34. Kukkien määrän keskiarvo lajikkeittain 5.6.2019 laskennassa

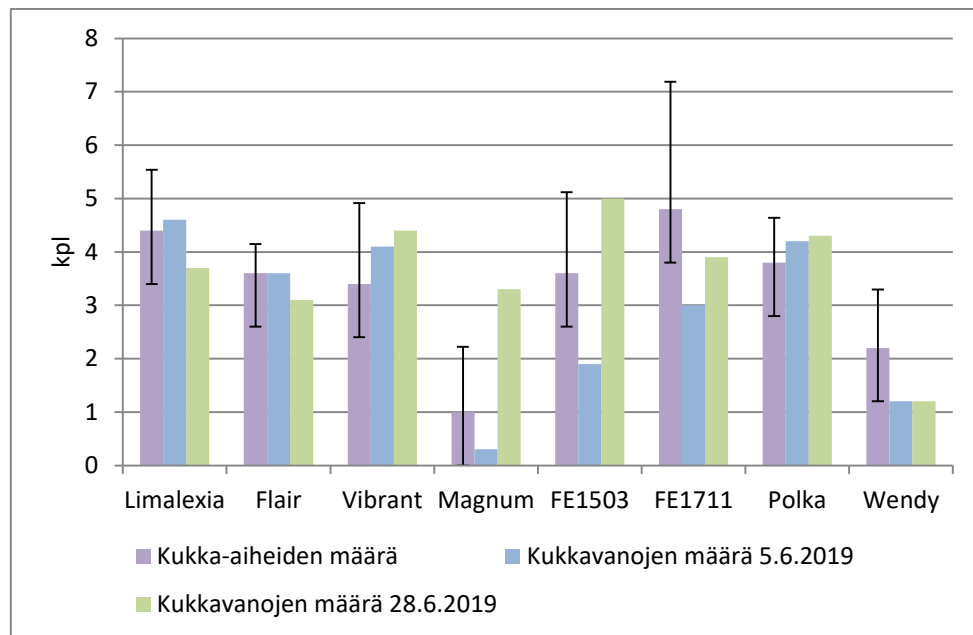


Kuva 35. Kukkien määrän keskiarvo lajikkeittain 28.6.2019 laskennassa

Regressioanalyysillä haluttiin selvittää kukkavanan kehitysvaiheen vaikutusta kesän kukintaan. Kun vertailtiin koko aineiston osalta 5.6.2019 kukintaa, selittyi kukkavanan kehitysvaiheella siitä 36 %. Korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä. Koko aineistoa vertailtaessa 28.6.2019 kukinnan selittyvyys kukkavanan kehitysvaiheella on vain 1,3 %, joten sillä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä. Kun vertailu tehtiin lajikekohtaisesti, ei millään lajikkeella esiintynyt tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota kukkavanan kehitysvaiheen ja kukinnan välillä.

Silmämääräisesti tarkasteltuna yli kehitysaste 3 kukintoaiheiden määrän keskiarvolla ja eri laskentakertojen kukkavanojen määrällä lajikkeittain vertailtaessa vaikuttaisi olevan jonkin verran yhteyttä toisiinsa. Kukka-

vanojen laskentapäivällä näyttää olevan vaikutus siihen, miten se ja syksyn kukka-aiheiden määrä vastaavat toisiaan. Selkein yhteys vaikuttaa olevan Polkalla. (Kuva 36)



Kuva 36. Yli kehitysaste 3 kukka-aiheiden määrä verrattuna kukkavanojen määrään lajikkeittain eri laskentakertoilla

10 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Yli kehitysaste 3 kukintoaiheiden keskiarvoa seuraavan kesän kukkavanojen keskiarvoon vertailtaessa on kukkavanoja muodostunut melkein saman määrän kuin kukintoaiheita on syksyllä ollut. Syksyn kukintoaiheen kehitysvaihe ei selitä kukkavanojen kokonaismäärää, mutta sillä on yhteys kukinnan aikaisuuteen. Kukkavanojen laskentakertojen perusteella voi myös tehdä johtopäätöksiä lajikkeen ajoittumisesta kasvukaudella.

Lajikkeiden sadonajoittumisen kaavioon (Kuva 20) verrattaessa Magnum vaikuttaa olleen myöhäisempi kuin lajikekuvauksessa. Myös FE1503 kukkavanat kehittyivät vasta kesäkuun lopun laskentaan, kun taas esimerkiksi Polkan kukinta oli jo käynnissä, näin ollen lajikkeen myöhäisyys on nähtävissä. Muiden lajikkeiden kukinta sijoittuu kesäkuun alkuun, jatkuen kesäkuun loppupuolelle asti. Wendy'n kukkavanojen kehitys jäi hyvin heikoksi. Lajikkeiden tarkempaa ajoittumisen selvittämistä varten kukintojen laskeminen olisi tullut suorittaa viikoittain. Lajikevalintaa tehdään usein perustuen taimistojen lajikekuvauksiin. Niissä lajiketta vertaillaan usein esimerkiksi Elsanta lajikkeeseen. Kukintoanalyysijä tekemällä ja vertailemalla on mahdollista määrittellä tarkemmin lajikkeen soveltuvuutta Suomen kasvuolosuhteisiin tai viljelijän tarpeisiin. Kotimaisessa tuotannossa lajikkeiden ajoittumisen ajankohta ei ole täysin vertailukelpoinen ulko-

maisena jalostajan antamaan lajikekuvaukseen. Parhaiten analyysit palvelevat jo istutusvuonna satoa tuottavissa taimissa.

Juurakoiden koossa oli jonkin verran vaihtelua sekä lajikkeiden välillä että lajikkeen sisällä ja myös hajonta voi selittyä osittain siitä syystä. Myös haarojen määrässä lajikkeiden välillä oli suuria eroja, Magnumissa haaroja oli parhaillaan yhdeksän kun taas Wendyssä niitä oli enimmillään kaksi kappaletta. Vaikka Magnumin taimissa oli eniten haaroja, kukintoaiheiden kehitysvaihe oli vielä syksyn käsittelyissä pieni ja vegetatiivinen. Kukka-aiheiden määrä Magnumilla oli kuitenkin kaikkein suurin ja useissa haaroissa kukka-aiheita oli lähemmäs 10 kpl.

Regressioanalyysin kannalta otoskoko oli liian pieni. Lajikekohtaisesti vaikuttaisi olevan liian vähän havaintoja, että tulos olisi edustava. Kukkien kehitysvaihetta verrattaessa kukintaan se ei selity kovinkaan hyvin ja 28.6.2019 suoritettuun kukkavanojen laskentaan sillä ei vaikuta olevan merkitystä. Epävarmuustekijöitä aineiston luotettavuuteen vaikuttaa olevan runsaasti.

Tulosten luotettavuuteen vaikuttaa pieni otanta ja jatkotutkimuksella voitaisiin saada vahvistusta tuloksiin. Kokeen onnistumiseen vaikuttivat koejärjestely ja kasvuolosuhteet, joihin kokeen tekijä ei voinut vaikuttaa. Taimet oli istutettu jokainen lajike omaan paririviin. Jos koe olisi järjestetty satunnaistetusti ja käsittelyjen määrään olisi voinut vaikuttaa, olisi tulosten luotettavuus mahdollisesti parempi. Myös otanta tapahtui hyvin sattumanvaraisesti, eikä ole varmuutta siitä, ovatko esimerkiksi kesän laskentoihin valikoituneet kasvit olleet osittain samoja tai vaihtuneet. Kukkavanat ja kukat olisi tullut laskea molemmilla laskentakerroilla samoista kasveista. Tulosten luotettavuutta parantaisi myös se, että näytteitä olisi otettu useampana kasvukautena ja otoskoko olisi ollut suurempi. Nyt tutkimustuloksista voidaan saada viitteitä, mutta ei voida tehdä varmoja päätelmiä.

Magnumin myöhäinen kukka-aiheiden kehitys myöhästytti mahdollisesti myös kesän kukintaa. Syksyn kasvuolosuhteet eivät ehkä olleet lajikkeelle suotuisat. Lajikkeen lämpötilavaatimuksen täyttyminen, eli kukintainduktion mahdollistavan kriittisen lämpötilan alittuminen, viivästyi lämpimän syksyn takia. Limalexia vaikuttaa tulosten perusteella runsassatoiselta. Myös FE1503 numerolajikkeeseen kehittyi kesäkuun lopun laskentaan runsaasti kukkia ja se vaikuttaa satoisalta lajikkeelta. Polkaan verrattuna FE1503, Limalexia ja Vibrant tuottivat enemmän kukkia. Flair-lajike oli syksyn mikroskopointia tehtäessä kehittynyt pitkälle, mutta kukkavanojen ja kukkien määrä jäi pienemmäksi, mikä vaikuttaa myös sadon määrään. FE1711 oli tuottanut keskimäärin eniten yli kehitysasteen 3 kukka-aiheita, mutta kesällä kukkavanojen ja kukkien määrässä se jää vertailtaessa keskitasolle. Jos FE1711-lajikkeella ei ole muita erityisiä ominaisuuksia, joiden takia se valitaan viljelyyn, se tulosten perusteella tuskin nousee kovin suosituksi viljelijöiden keskuudessa.

Istutustaimien koko vaihteli: Limalexia sekä Flair olivat odotuspetitaimia, kun taas muut olivat A-kokoluokkaa. Wendyn taimia viljelijä oli istuttanut 2 kpl samaan istutusreikään, mutta laskennassa kukkavanat laskettiin yksittäisen taimen osalta. Taimien kokojen eroavaisuudet voivat vaikuttaa tuloksiin ja siten ne eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Kaikki muut lajikkeet oli istutettu 4.7.2018 mutta Wendyn taimet vasta 20.7.2018. Tämä on voinut vaikuttaa Wendyn tulokseen siten, että muun muassa juurakon haaroittumiselle on jäänyt vähemmän aikaa tai taimi on ollut syksyllä pienempi muihin lajikkeisiin verrattaessa. Taimien istutusai-ka ylipäättään oli jonkin verran myöhäinen verrattuna yleensä alkukesällä istutettaviin taimiin. Wendyn taimien joukossa oli myös ruskea juurakko, joka voi kertoa mahdollisesta kasvitautista, joka heikentää kasvua. Tulosten perusteella Wendy ei ole varteen otettava lajike, mutta edellä mainitut seikat tulee ottaa huomioon vertailuja tehtäessä.

Lajikkeiden soveltuvuudessa avomaaviljelyyn ja talvenkestossa voi olla eroavaisuuksia. Yhden kasvukauden ja talven perusteella ei voi tehdä varmoja johtopäätöksiä. Tunnelituotannon lisääntyessä lajikevalikoima lisääntyy eikä talvenkesto ole aina enää merkittävä tekijä. Vuoden 2018 sääolosuhteet olivat poikkeukselliset ja Varsinais-Suomessa kärsittiin kuivuudesta. Lämpötilat lisäsivät haihduntaa ja saattoivat vaikuttaa taimien kehitykseen kesän aikana negatiivisesti.

Koemaa ei ollut viljelijälle tärkeysjärjestyksessä ensimmäinen ja se näkyi muun muassa kastelun puutteellisuutena kukkavanoja laskettaessa 28.6.2019. Viljelijän mukaan kastelu ja lannoitus oli hoidettu satunnaisesti muiden kiireiden välillä, myöskään muista käsittelyistä ei saatu tarkkoja tietoja. Puuttellinen kastelu on voinut osaltaan vaikuttaa kukkavanojen kehittymiseen.

Huomiota kannattaa kiinnittää siihen, että taimien potentiaaliin tuottaa kukka-aiheita ja niiden muodostumiseen kukkavanaksi asti on monta merkittävää tekijää. Myös viljelijä voi vaikuttaa viljelytoimilla ja –olosuhteilla saatavan sadon kokoon. Esimerkiksi avomaalla viljeltäessä erilaiset hoitotoimenpiteet ennen kukintainduktiota voivat mahdollistaa suuremman satopotentiaalin kukintoaiheiden määrän lisääntymisen myötä.

Kotimaiset taimituottajat ovat olleet kiinnostuneita kasvattamaan tuottajille myös satotaimia. Sellaisessa tilanteessa kukintoanalyysin hyödyntäminen voisi olla tarpeellinen lisä taimiston palveluihin. Analyysillä on myös merkitystä tunneli- ja kasvihuoneviljelijälle, jotta sadon määrää voidaan ennakoita ja suunnitella istutettavien taimien määrän tarvetta. Analyysit voivat tulevaisuudessa palvella suomalaista taimituotantoa, mutta analyysimenetelmien tekeminen kotimaassa toistaiseksi rajoittuu tutkimustarkoitukseen. Analyyseistä saatava tieto on viljelijälle usein myös hyvin pinnallista, sillä sitä ei välttämättä osata tulkita. Osaamista analyysien tulkinnessa ja analyysien perusteella tehtävissä viljelyteknis-

sä ratkaisuisa tarvitaan. Kotimaisilla taimistoilla on hyvä mahdollisuus ja markkinarako satotaimien tuottamiseen.

Kukintoanalyysien tekijöitä on useampia ja analyysien eroavaisuuksia tulisi vertailla, jotta voitaisiin tehdä yhteenveto siitä, kuinka hyvin ne vastaavat annettuja tuloksia. Tässä työssä mikroskopoitiin kaikki kehittyvät silmut. Useissa kaupallisissa analyyseissä tutkitaan kuitenkin vain kärkikukan kehitysvaihe ja isoimmat silmut. Jatkoa ajatellen olisi mielenkiintoista tutkia eri analyysien tekijöiden tekniikoita, vaihtelevatko ne yritysten välillä sekä verrata eroavaisuuksia analyysin ja sadonmäärän välillä. Myös samojen analyysien ja taimien vertailu Suomen ja Keski-Euroopan viljelijöiden välillä voisi antaa viitteitä analyysin luotettavuudesta eri kasvuolosuhteissa.

Keski-Euroopan kasvuolosuhteet avomaalla ovat erilaiset ja myös valon määrä kasvihuoneissa ja tunneleissa on erilainen. Tämä voi osaltaan vaikuttaa kukkavanojen määrään verrattaessa taimia eri kasvuolosuhteissa. Olisikin ymmärrettävä ero siinä, että kasvissa on tietty potentiaali tuottaa satoa, kuin mikä on todellinen sadon määrä. Olisi mielenkiintoista saada tulokset silloin kun kukintoanalyysi on annettu viljelijälle etukäteen ja verrata sitä kukkavanojen ja sadon määrään samana vuonna istutettujen satotaimien satopotentiaalini arvioimiseksi.

Kotimaisen jalostuksen pyrkimyksenä on löytää Suomen olosuhteisiin sopivia lajikkeita. Myös ulkomaalaiset jalosteiden joukosta on tullut uusia lajikkeita myös kotimaiseen avomaaviljelyyn. Jos FE1503 osoittautuu lajikkeeksi, jonka makuominaisuudet ja menestyminen Suomen kasvuolosuhteissa ovat sopivia, voi se olla uusi viljelyyn valittava myöhäinen lajike. Myös tulevaisuudessa jalostettavilla lajikkeilla on merkitystä sille, mihin suuntaan kotimainen taimituotanto suuntautuu. Tällä hetkellä jalostuksessa on kuitenkin suurempi painoarvo Keski-Euroopan markkinoilla. Kotimaiset kuluttajat sekä kasvuolosuhteet asettavat lajikkeille myös omat kriteerit, joiden perusteella viljelijä tekee lajikevalintaa. Tästä syystä kotimaisella jalostustyöllä on merkitystä kestävän ja monipuolisen lajikevalikoiman muodostumiselle.

Kotimaisten lajikkeiden merkitys korostuu haluttaessa vastata kotimaisten markkinoiden tarpeisiin. Myös uusien lajikkeiden lisensointi on hyvin tyypillistä ja lisenssit lisäysmateriaalin tuotannosta kaupalliseen tarkoitukseen ovat kalliita. Tällöin lajikkeen ominaisuuksista ja kysynnästä tulisi kotimaisella taimistolla olla jo varmuus, joka tarkoittaa sitä, että ollaan mahdollisesti jo myöhässä, sillä eurooppalaiset taimistot tekevät aktiivisesti työtä myös Suomessa lisätäkseen tuottamiensa taimien myyntiä. Lajikkeiden jalostajat eivät myöskään aina myönnä jalostusoikeuksia vaan valitsevat taimistot, joille jalostusoikeus annetaan.

Kotimaisella taimituotannolla on etulyöntiasema puhtaana taimimateriaalin tuottamisessa, sillä Keski-Euroopassa maat ovat usein monokulttuuri-

viljelyn takia saastuneet esimerkiksi maalevintäisiin kasvitauteihin. Myös veden riittävyys on kotimaassa toistaiseksi ollut pääsääntöisesti hyvällä tasolla ja vesi puhdasta. Kotimaisten satotaimien tuotanto on hiljalleen kehittynyt ja tulevaisuudessa niiden käyttö toivottavasti lisääntyy, kun tarjonta kasvaa.

Työ antoi viitteitä siitä, ettei avomaatuotannossa muutaman kasvin lähettäminen analysoitavaksi anna kovinkaan vahvaa näyttöä taimien satopotentiaalista, sillä vaihtelu on suurta. Taimituotannossa olosuhteet ovat tasanaisemmat ja kasvien välinen vaihtelu on pienempää. Kotimaisten taimien markkinoinnissa kukintoanalyysiä voitaisiin hyödyntää, sillä satotaimessa maksetaan satopotentiaalista.

10.1 Lopuksi

Työn tekeminen oli erittäin mielenkiintoista ja opettavaa. Kotimaista kirjallisuutta mansikan kukintojen kehittymisestä on vähäisesti saatavilla. Ulkomaista aineistoa on taas tarjolla runsaasti, mutta useat tutkimukset ja lähteet ovat jo vanhoja ja niitä tulee tarkastella harkitusti. Suurin työn tekemiselle asettamani tavoite on ollut selvittää ja selittää kukintoanalyysien tekeminen ymmärrettävästi. Toivon että tähän työhön kerätty materiaali auttaa myös ymmärtämään mansikan taimien kehitystä paremmin ja selventää lukijalle monimutkaista prosessia, joka sadon tuottamiseen tarvitaan. Työssä käsitellyt asiat ovat kuitenkin vain pintaraapaisu siitä tiedosta, jonka parissa tutkijat työskentelevät päivittäin.

Haluan kiittää ohjaavaa opettajaa neuvoista ja kannustuksesta työn loppuun saattamiseksi ja Luonnonvarakeskukselle mahdollisuudesta käyttää heidän tilojaan tutkimuksen tekemiseen. Kiitos kuuluu myös Luonnonvarakeskuksen tutkija Marja Rantaselle, jonka ammattitaito, tarkentavat tiedot, ohjeet ja opastus ovat olleet merkitsevässä osassa tämän työn tekemisessä.

LÄHTEET

Batthey, N.H., Le Miérep, Tehranifer, A., Cekic, C., Taylor, S., Shrikes, K.J., Hadley, P., Greenland, A.J., Darby, J. & Wikonson, M.J. (1998) Genetic and environmental control of flowering in strawberry. Teoksessa K.E. Cockshul, D. Gray, G.B. Seymour & B. Thomas (toim.). *Genetic and environmental manipulation of horticultural crops*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, ss. 111–131

Darrow, G. M. (1966). *The Strawberry. History, Breeding and Physiology*. Holt, Rinehart and Winston: Kanada

Faedi, W. & Baruzzi, G. (2016). Strawberry Breeding. Teoksessa A.M. Husaini & D. Neri (toim.) *Strawberry: Growth, development and diseases*. Lontoo: CABI, ss. 26-37

Flevo Berry. (2019). Our strawberries. Flair. Haettu 3.12.2019 osoitteesta <https://www.flevoberry.nl/flair/>

Fresh Forward. (2019). Our varieties. Polka. Haettu 3.12.2019 osoitteesta <https://www.fresh-forward.nl/en/breed/polka>

Hancock, J. F. (1999). *Strawberries*. New York: CABI Publishing

Hietaranta, T.P. & Karhu, S.T. (2014). Enhancing strawberry production at high latitudes. *Acta Hort.* 1049. ISHS, ss. 73-76

Hietaranta, T. & Tahvonen, R. (2003). Mansikkalajikkeiden jalostaminen: loppuraportti. Jokioinen: MTT. Haettu 3.12.2019 osoitteesta <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts36.pdf>

Husaini, A. M. & Wen Xu, Y. (2016a). Agrobacterium-mediated Genetic Transformation of Strawberry. Teoksessa A.M. Husaini & D. Neri (toim.) *Strawberry: Growth, development and diseases*. Lontoo: CABI, ss. 71-90

Husaini, A. M. & Wen Xu, Y. (2016b). Challenges of Climate Change to Strawberry Cultivation: Uncertainty and Beyond. Teoksessa A.M. Husaini & D. Neri (toim.) *Strawberry: Growth, development and diseases*. Lontoo: CABI, ss. 262-279

Ilmatieteenlaitos. (2018a). Vuoden 2018 sää. Haettu 27.1.2020 osoitteesta <https://ilmatieteenlaitos.fi/vuosi-2018>

Ilmatieteenlaitos. (2018b). Terminen kasvukausi. Viisi ylintä kasvukauden lämpösummaa 1961-2018. Haettu 16.2.2020 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

- Ilmatieteenlaitos. (2018c). Kuukausitilastot. Suomen keskimääräinen lämpötila ja sademäärä kuukausittain. Haettu 5.1.2020 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- Ilmatieteenlaitos. (2018d). Termiset vuodenaajat. Haettu 16.2.2020 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/termiset-vuodenaajat>
- Ilmatieteenlaitos. (2018e). Kesä 2018. Haettu 20.2.2020 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2018>
- Ilmatieteenlaitos. (2018f). Syyssään tilastoja. Termisen syksyn alku viime vuosina. Haettu 4.2.2020 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/syksytilastot>
- Ilomäki, M. (2019). Satokausi 2019. Kaamosmarjapäivien luentomoniste. Sähköposti tekijälle 4.12.2019
- Jaakkola, S. (2018). Mansikan kasvu. Avoin luento 2018, Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Jahn, O.L. & Malcolm, N.D. (1970). Crown and Inflorescence Development in the Strawberry, *Fragaria Ananassa*. *American Journal of Botany* 57(6), ss. 605-612
- Karhu, S. (2019). Vastaus kysymykseen tämän hetkisestä mansikan jalostuksesta Suomessa. Sähköposti tekijälle 4.12.2019
- Karjalainen (2019). Kotimainen marjasato kukoistaa – satokausi voi jatkua jopa lokakuulle. *Karjalainen* 6.7.2019. Haettu 15.2.2020 osoitteesta <https://www.karjalainen.fi/uutiset/uutis-alueet/kotimaa/item/222963>
- Koskela, E. (2019). Mikä saa mansikan kukkimaan? *Puutarha & Kauppa* 12, ss. 32.
- Limgroup. (2019). Varieties. Limalexia. Haettu 3.12.2019 osoitteesta <https://www.limgroup.eu/en/strawberries/varieties/limalexia>
- Luonnonvarakeskus. (2019a). Tilastotietokanta. Marjan- ja hedelmänviljely avomaalla/ kokonaistuotanto. Haettu 1.12.2019 osoitteesta <https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>
- Luonnonvarakeskus. (2019b). Puutarhatilastot. Puutarhatilastot 2018, marjan- ja hedelmänviljely avomaalla. Haettu 1.12.2019 osoitteesta <https://stat.luke.fi/puutarhatilastot>

Massetani, F. & Neri, D. (2016). Plant Architecture in Different Cultivation Systems. Teoksessa A.M. Husaini & D. Neri (toim.) *Strawberry: Growth, development and diseases*. Lontoo: CABI ss.99-112

Matala, V. (2006). Mansikan viljely. Helsinki: Puutarhaliiton julkaisuja nro 340

Meiosis. (2019a). Fruit types. Vibrant. Haettu 3.12.2019 osoitteesta https://www.meiosis.co.uk/fruit_types/vibrant/#toggle-id-3

Meiosis. (2019b). Fruit types. Magnum. Haettu 3.12.2019 osoitteesta https://www.meiosis.co.uk/fruit_types/magnum/#toggle-id-2

Meiosis. (2020). Fruit types. Wendy. Haettu 5.1.2020 osoitteesta https://www.meiosis.co.uk/fruit_types/wendy/

Mouhu, K & Rantanen, M. (2017). Lämpötila vaikuttaa mansikan kasvuun ja kehitykseen. *Puutarha & Kauppa* 16, ss. 10-11.

Olsen, S. (2017) *Yield and fruit quality of Norwegian production-ready strawberry plants*. Master's Thesis. Department of Plant Sciences. Haettu 29.1.2020 osoitteesta <http://hdl.handle.net/11250/2449170>

Plantalogica. (2020). Flower mapping. Haettu 6.2.2020 osoitteesta <http://www.plantalogica.nl/en/home/>

Plantenkwekerij de Kemp. (2019a). Strawberry plants, late varieties. FE1503/ Ritmo. Haettu 3.12.2019 osoitteesta <http://www.dekemp.nl/en/fe1503ritmo>

Plantenkwekerij de Kemp. (2019b). Strawberry plants, mid-season varieties. FE 1711. Haettu 3.12.2019 osoitteesta <http://www.dekemp.nl/en/fe-1711>

ProAgria. (n.d.) SataVarMa – Mansikanviljelyn kilpailukyvyyn parantaminen Lounais-Suomessa. Haettu 30.11.2019 osoitteesta <https://proagria.fi/hankkeet/satavarma-mansikanviljelyn-kilpailukyvyyn-parantaminen-lounais-suomessa-8090>

Rantanen, M. (2018a) Mansikan kukka-aiheiden kehitys. SataVarMa-hankkeen luento 8.5.2018. Haettu 29.1.2020 osoitteesta https://lansi-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/m._rantanen_mansikan_kukka-aiheiden_kehitys.pdf

Rantanen, M. (2018b) Kukintoanalyysin työohje. Suullinen ja kirjallinen tiedonanto tekijälle 13.12.2018

Rantanen, M. (2018c) Ohjeistus taimimateriaalin nostamiseen ja käsitte-
lyyn. Suullinen tiedonanto tekijälle 29.11.2018

Rantanen, M. (2020) Tiedonanto sähköpostitse tekijälle 7.5.2020.

Rapo. (2020). Plantalogican kukintoanalyysin esimerkki. Excel tiedosto.
Sähköposti tekijälle 11.2.2020

Taylor, D.R, Atkey, P.T., Wickenden, M.F. & Crisp, C.M. (1997). A morpho-
logical study of flower initiation and development in strawberry (*Fragaria*
x ananassa) using cryo-scanning electron microscopy. *Annals of Applied*
Biology, 130, ss.141-152

Vilander, A. (2020) Tarjolla kotimaisia mansikantaimia. *Puutarha & Kaup-
pa* 3, ss. 8

Yliopiston almanakkatoimisto. (n.d.) Kalenterit 2000-. Kalenterit vuodesta
2000 eteenpäin. Helsingin yliopiston kalenteripalvelut Oy. Haettu
22.1.2020 osoitteesta [https://almanakka.helsinki.fi/fi/arkisto/kalenterit-
2000.html](https://almanakka.helsinki.fi/fi/arkisto/kalenterit-2000.html)