

**Puutarhamansikan aitouskoetoiminnan tarkastelu
varmennetussa taimituotannossa**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, puutarhatalous

kevät, 2020

Heidi Kaitala

Puutarhatalous

Lepaa

Tekijä	Heidi Kaitala	Vuosi 2020
Työn nimi	Puutarhamansikan aitouskoetoiminnan tarkastelu varmennetussa taimituotannossa	
Työn ohjaaja	Leena Huhtama	

TIIVISTELMÄ

Puutarhakasvien varmennetussa taimituotannossa taimien alkuperään, terveyteen ja lajikeaitouteen kiinnitetään erityistä huomiota. Lajikeaitoudella tarkoitetaan lajikkeen ominaisuuksien erottuvuutta, yhtenäisyyttä sekä pysyvyyttä (Distinctness, Uniformity ja Stability). Sitä tutkitaan esimerkiksi satomäärityksin ja lajikkeen morfologisten DUS-ominaisuuksien avulla silmänvaraisesti. Marjakasvien aitouskokeita on toteutettu vuodesta 2018 lähtien Luonnonvarakeskuksen (Luken) Jokioisten toimipaikalla. Lisäksi emokasviehdokkaiden aitoutta tarkastellaan kasvihuoneella Luken Haapastensyrjän toimipaikalla. Lainsäädännön muutokset ovat ensisijainen syy aitouskoetoiminnan kehittämiseen.

Tämän Luken toimeksiantaman opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida aitouskoetoiminnan kehitysmahdollisuuksia. Aineistona käytettiin aitouskoehavaintoja kolmelta puutarhamansikan (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) varmennetussa taimituotannossa olevalta lajikkeelta (Lumotar, Ria ja Polka). Toimintaympäristön muutoksen vaikutuksia tutkittiin vertaamalla mansikan kukkavana- ja raakilemääriä aikaisempien vuosien tuloksiin. Kasvuston morfologisia ominaisuuksia tarkasteltiin, jotta voitaisiin paremmin arvioida, mitä silmämääräisesti arvioitavia ominaisuuksia kasvistosta kannattaa havainnoida.

Kasvihuoneella emokasvien rönsytuotannon havainnot eivät tuoneet esille muuntelua kasvupisteiden välillä. Avomaalla tehdyissä kokeissa Ria-lajikkeen yksi kasvupistelinja muodosti havaintovuosina systemaattisesti enemmän kukkavanoja. Polka-lajikkeen yksi kasvupistelinja osoittautui taantuneeksi usean ominaisuuden osalta DUS-havaintoja tarkasteltaessa. Pääsääntöisesti lajikeaitouden vaatimus täyttyi. Selkeitä eroavaisuuksia suhteessa lajikekuvaukseen seurataan tulevisissa kokeissa.

Avainsanat *Fragaria* × *ananassa* Duch., lajikeaitous, DUS-testaus, varmennettu taimituotanto, somaklonaalinen muuntelu

Sivut 80 sivua, joista liitteitä 33 sivua

Horticulture
Lepaa

Author	Heidi Kaitala	Year 2020
Subject	Examination of the true-to-type testing of garden strawberries in certified plant production	
Supervisor	Leena Huhtama	

ABSTRACT

Special attention is paid to the origin, health and variety authenticity in certified plant production. True-to-type means the distinctiveness, uniformity and stability (DUS) of the characteristics of a variety. It is examined, for example, the yield production ability and morphological DUS characteristics visually. The true-to-type testing of berry plants has been carried out since 2018 at Jokioinen of the Natural Resources Institute Finland (Luke). In addition authenticity of the mother plants is examined in the greenhouse at Luke Haapastensyrjä. Changes in legislation are the primary reason for developing true-to-type testing.

The purpose of this thesis, commissioned by Luke, was to evaluate the development potential of true-to-type testing. Data from three garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars (Lumotar, Ria and Polka) of certified plant production were used. The effects of the change in the operating environment were examined by comparing the strawberry flower truss and unripe berry volumes with the results of previous years. Morphological characteristics of the crop were examined in order to evaluate which visually appreciable features are worth observing.

In the greenhouse, observations of runner production of mother plants did not reveal variation between bud culture lines. In field trials, one line of the Ria variety produced systematically more flower trusses during the observation years. One line of the Polka proved to be in decline for several traits in terms of DUS observations. As a rule, the requirement of varietal authenticity was fulfilled. Obvious differences compared to variety description will be monitored in future experiments.

Keywords *Fragaria × ananassa* Duch., true-to-type, DUS testing, certified plant production, somaclonal variation

Pages 80 pages including appendices 33 pages

KÄSITTEET JA LYHENTEET

adventiiviverso	jälkiverso; verso, joka kehittyy epänormaaliin paikkaan myöhäissyntyisesti
agar	polymeeri, jota eristetään punaleivistä, käytetään kasvatusalustan hyödyttämiseen, muita vaihtoehtoja esim. gelriitti tai selluloosa
aseptinen	mikrobiton; mikrobisaastunnan ehkäiseminen steriloimalla työvälineitä ja -ympäristöä
DUS	(Distinctness, Uniformity ja Stability) ohjeet kasvin erottuvuuden, yhtenäisyyden sekä pysyvyyden määrittämiseksi
eksplantaatti	emokasvista irrotettu kasvin osa esim. mikrolisäystä varten
ex vitro	eliöstä irrallaan koeputkessa kasvatettu uusi eliö siirretään pois <i>in vitro</i> -olosuhteista
fenotyyppi	ilmiasu; yksilön ominaisuuksien muodostama kokonaisuus sellaisena kuin ne voidaan havaita. Siihen vaikuttavat yksilön geenit (genotyyppi) sekä ympäristö.
kasvifysiologia	tutkii kasvin elintoimintoja, kuinka kasvit sopeutuvat erilaisiin ympäristöoloihin
geenipooli	lajin tai eliöpopulaation kaikkien geenien erilaisten muotojen eli alleelien joukko. Suuri diversiteetti on eduksi.
generatiivinen	suvullinen, lisääntymiseen liittyvä; vaihe, jossa kasvi kukkii ja tuottaa siemeniä
genomi	perimä; perintöaines; koodattuna DNA:han
genotyyppi	yksilön vanhemmiltaan perimien kaikkien geenien muodostama kokonaisuus. Muuttumaton (vrt. fenotyyppi).
heterogeeninen	epäyhtenäinen (vrt. homogeeninen; yhtenäinen)
initiaalisolu	meristeemin solu, erilaistumaton
in vitro	irrotettuna alkuperäisestä eliöstä, kasvatus esimerkiksi koeputkessa
kallussolukko	aktiivisesti jakautuva erilaistumaton solukko

klooni	geneettisesti yhtenäisten eliöiden tai solujen ryhmä eli populaatio, joka polveutuu yhdestä kantasolusta tai emoyksilöstä suvuttoman lisääntymisen kautta. Ympäristötekijät voivat aiheuttaa fenotyypin muuntelua.
klorofylli	lehtivihreä; toimii osana fotosynteesiä
kondensoituminen	tiivistyminen; aineen olomuodon muutosprosessi kaasusta nesteeksi
kontaminaatio	mikro-organismien kasvu solukkoviljelyssä
kloroosi	viherkato, joka aiheutuu kasveissa klorofyllin puutteesta tai hajoamisesta
kromosomi	yhtäjaksoinen DNA-rihma, joka on kietoutunut kromatiiniksi histoniproteiinien ympärille. Sisältää geenit.
käkikasvusolukko	apikaalimeristeemi; kärkimeristeemi; kasvin varren tai juuren kärjessä, ylläpitää pituuskasvua
meristeemisolukko	meristeemi; kasvusolukko; kasvin solukko, jossa solujen aktiivista jakautumista
metabolomiikka	kasvi- tai eläinnäytteen sisältämien yhdisteiden analysointi ja tunnistaminen
mitoosi	mitoottinen solunjakautuminen; solun kasvullinen jakautuminen, jossa perimä jakautuu, mutta kromosomien määrä ei muutu
Mendelin periytymissäännöt	säännöt, jotka koskevat yhden geenin määräämien ominaisuuksien periytymistä. Pohjautuvat Gregor Mendelin (1822-1884) luomaan genetiikan teoriaan (1865).
MMM	maa- ja metsätalousministeriö
molekyyli­markkeri	biokemiallisia merkkejä, jotka voivat myös kytkeytyä johonkin tiettyyn ominaisuuteen
morfologia	eliöiden muotoa ja rakenteiden säännönmukaisuutta eri tasoilla tutkiva oppi
muuntelu	periytyvien (geneettinen) tai periytymättömien (epigeneettinen) erojen esiintyminen solujen pysyvissä rakenteissa
mutaatio	muutos perimän DNA:n emäs­järjestyksessä

ploidia	homologisten kromosomistojen määrä solussa
regeneroituminen	uudelleen muodostumista ja uudennusta, kasvin tai eläimen erilaistuneen osan tai elimen uusiutumista
sekvensointi	menetelmä, jolla selvitetään makromolekyylin, kuten DNA:n sekvenssi (emästen järjestys DNA:ssa)
tehoisa lämpösumma	muodostuu kasvukauden vuorokausien keskilämpötilojen summista, joissa huomioidaan keskilämpötiloista viiden asteen ylittävä osa
terminen kasvukausi	alkaa, kun lumi on sulanut aukeilta paikoilta ja vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi yli viiden asteen (10 vrk:n seuranta). Päättyy, kun vuorokauden keskilämpötila laskee pysyvästi viiden asteen alapuolelle tai saadaan pysyvä lumi-peite. Kovat yöpakkaset useana yönä peräkkäin katkaisevat kasvukauden.
UPOV	International Union for the Protection of New Varieties of Plants; kansainvälinen kasvilajikkeiden suojaamista edustava järjestö
vaste	reaktio; toiminta tai ilmiö jonkin tapahtuman seurauksena
vegetatiivinen	suvuton, kasvullinen; vegetatiivinen lisääntyminen perustuu muuhun kuin siemeniin
virusvektori	viruksen siirtäjä, esim. hyönteinen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VARMENNETTU TAIMITUOTANTO	2
2.1	Varmennetun taimituotannon tuotantoluokat	2
2.2	Varmennetun taimituotannon kehitys Pohjoismaissa ja Suomessa.....	3
2.3	Lainsäädännölliset velvoitteet	4
2.4	Varmennetun taimituotannon merkitys.....	4
2.5	Mansikan tuotantoketjun vaiheet.....	5
2.5.1	Mikrolisäys.....	6
2.5.2	Kasvihuonekasvatus	7
2.5.3	Kryosäilytys.....	8
2.5.4	Varmennettujen käyttötaimien tuotanto.....	8
3	LAJIKEAITOUS.....	9
3.1	Lainsäädännölliset velvoitteet	9
3.2	DUS-testaus.....	10
3.3	Aitouden testaaminen varmennetussa taimituotannossa	10
4	SOMAKLONAALINEN MUUNTELU	11
4.1	Muuntelun aiheuttamia ilmiöitä	12
4.2	Mansikan somaklonaalisen muuntelun tutkimus.....	13
4.3	Jälkivaikutukset kasvustossa	15
4.4	Genotyypin pysyvyyden tutkiminen	16
5	AINEISTOT JA MENETELMÄT	16
5.1	Taimimateriaali	16
5.1.1	Koetaimien alkukasvatuksen vaiheet	17
5.1.2	Lajikkeet.....	17
5.2	Kokeen perustaminen	18
5.3	Hoito- ja tarkkailutoimenpiteet kokeen aikana	19
5.4	Kasvukauden sääolosuhteet	20
5.5	Aituskokeen havainnot	21
5.6	DUS-havainnot	23
5.7	Kasvihuonehavainnot.....	23
5.8	Tulosten analysointi	23
6	TULOKSET.....	24
6.1	Aloituskasvien rönsytuotto kasvihuoneella	24
6.2	Raakile- ja kukkavanamäärät kasvupistelinjoissa kolmella lajikkeella.....	26
6.3	UPOV ohjeella tehdyt DUS-havainnot.....	28

7	TULOSTEN TARKASTELU	31
7.1	Rönsyntuotannon arviointi aitouskokeissa.....	31
7.2	Uuden aitouskoepaikan arviointi.....	32
7.3	DUS-havaintojen hyödynnettävyys aitouden tarkastelussa	34
7.4	Somaklonaalisen muuntelun vaikutus tuloksissa	37
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	39
	LÄHTEET	41

Liitteet

Liite 1	Aitouskoekartta 2018–2019
Liite 2	Kukkavanahavaintojen määrä Lumotar-, Ria- ja Polka-lajikkeilla
Liite 3	Raakilehavaintojen määrä Lumotar-, Ria- ja Polka-lajikkeilla
Liite 4	UPOV-havaintojen määrä Lumotar-, Ria- ja Polka-lajikkeilla
Liite 5	Raakileiden keskiarvot ja -hajonnat Lumotar-, Ria- ja Polka-lajikkeilla
Liite 6	Varianssianalyysin tuloksia
Liite 7	Frekvenssikuvaajat Lumotar
Liite 8	Frekvenssikuvaajat Ria
Liite 9	Frekvenssikuvaajat Polka

1 JOHDANTO

Varmennetun taimituotannon kehitys alkoi Suomessa 1970-luvulla sato-
tappioiden ja lajikesekaannusten seurauksena. Laajimmillaan terveiden pe-
rusemokasvien tuotanto on käsittänyt yli 200 kasvikantaa, mutta nykyinen
valikoima on rajattu marjakasveihin ja *Rhododendron*-suvun kasveihin.
Tuotannon ensisijainen pääperiaate on tarjota tervettä, Suomeen ilmastol-
lisesti soveltuvaa ja lajikeaitoa lisäysmateriaalia taimistoille emokasveiksi.
Lajikeaitouden pyrkimyksenä on taata kasvimateriaalin tasalaatuisuus lop-
pukäyttäjälle asti. Hyötykasveilla se koskee myös sadon ominaisuuksia.

Luonnonvarakeskuksella on useita viranomaistehtäviä, joista yksi on puu-
tarhakasvien varmennetun esiperusemokasviaineiston ylläpitäminen. He-
delmä- ja marjakasvien varmennettua taimituotantoa ohjaa EU-
lainsäädäntöön perustuva kasvinterveyttä ja lisäysaineistoa koskeva lain-
säädäntö, jota Suomessa valvoo Ruokavirasto. Lajikeaitoutta ja sadontuot-
tokykyä seurataan kenttä- sekä kasvihuoneolosuhteissa. Mansikan aitous-
kokeita on tehty varmennetun taimituotannon alkua ajoilta asti ja nykyisessä
muodossa vuodesta 1999 lähtien. Luonnonvarakeskuksen keskitettyä toi-
mintansa Laukaan toimipaikka lakkautettiin. Aitouskoe siirtyi Luken
Jokioisten toimipaikalle, jonne perustettiin vuonna 2018 uusi marjakasvien
aitoustarha. Aitouskoetoiminta on osa Luken 'Varmennetun taimiaineiston
esiperusemokasvien tuotanto ja ylläpito (VAREMO)' -projektia. Projektivas-
taava tutkija Jaana Laamanen ja varavastaava, aitouskokeiden vastuuhenkilö
tutkija Juho Hautsalo ovat työn ohjaajia toimeksiantajan puolelta.

Opinnäytetyössä tarkastellaan puutarhamansikan (*Fragaria* × *ananassa*
Duch.) aitouskoetoiminnan kehittämismahdollisuuksia. Kehitystarpeen
taustalla on muuttunut lainsäädäntö, uudet menetelmät ja resurssien niuk-
kuus. Toimintaympäristön vaihdos asettaa opinnäytetyölle keskeisen tut-
kimuskysymyksen: Käyttäytyvätkö lajikkeet samalla tavoin uudella koepai-
kalla ja kuinka uusi koepaikka soveltuu aitouskoetoimintaan? Tätä tutkittiin
vertaamalla aikaisempien vuosien tuloksia kesällä 2019 Jokioisissa saatui-
hin tuloksiin kolmen lajikkeen osalta. Tarkastelussa olivat kukkavana- ja
raakilemäärät. Kasvihuonehavainnoista valittiin emokasvien rönsymäärät.

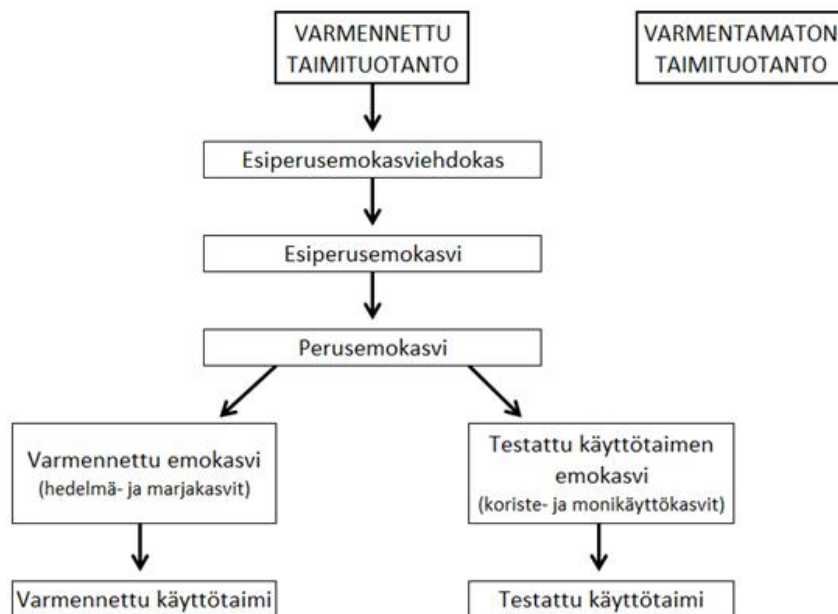
Lajikkeille tehtiin myös DUS (Distinctness, Uniformity ja Stability) -
havaintokartoitus, josta saatiin vastauksia lajikkeita ilmentäviin ominai-
suuksiin kasvupistetasolla. Tulosten perusteella voitiin arvioida DUS-
testauksen tehokasta hyödyntämistä aitoushavainnoinnissa. Aitoushava-
innoinnin kehittämisen kannalta oleellisia kysymyksiä ovat myös, ovatko tut-
kitut mansikkalajikkeet yhtenäisiä ja mitkä mitatuista ominaisuuksista tuo-
vat esiin eroavaisuuksia kasvupistelinjojen välille. Tietoperustassa avataan
varmennettua taimituotantoa erityisesti lajikeaitouden näkökulmasta. Mik-
rolisätyissä taimissa mahdollisesti esiintyvä somaklonaalinen muuntelu on
huomioitu sekä teoriaosuudessa että kokeen tuloksissa.

2 VARMENNETTU TAIMITUOTANTO

Taimituotanto jaetaan varmennettuun ja varmentamattomaan tuotantoon. (Kuva 1) Varmennetussa taimituotannossa on kolme laatu luokkaa, joihin haetaan Suomessa Ruokavirastolta tuottajaoikeutta. Luokat ovat esiperus-, perus- ja varmennettu luokka. (Hoppula ym., 2019, s. 6) Luonnonvarakeskus on Suomessa ainoa esiperusluokan tuottaja. Lukella on myös velvoite järjestää perusemokasvien tuotanto eli terveiden emokasvien tuotanto taimistoille. Mikrolisäyksellä lisättävien kasvilajien osalta Luonnonvarakeskus on ulkoistanut perusemokasvien tuotannon ulkoiselle toimijalle. Suomessa on tällä hetkellä neljä Ruokaviraston hyväksymää marjakasvien varmennettujen käyttötaimien tuottajaa.

2.1 Varmennetun taimituotannon tuotantoluokat

Varmennetulla eli sertifioidulla taimituotannolla tarkoitetaan Ruokaviraston valvomaan lisäys- ja taimiaineiston tuotantoa. Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) on asettanut kansainvälisiä säädöksiä mukailevat asetukset hedelmä-, marja- ja koristekasveista, joissa määritetään vaatimukset kasvinterveydelle sekä tuotannolle, ylläpidolle ja varastoinnille. Tuotannossa käytetty materiaali tulee olla peräisin tunnetusta lajista, lajikkeesta tai kannasta. Hedelmä- ja marjakasvien varmentamaton taimituotanto eli CAC-taimituotanto tarkoittaa taimimateriaalia, joka täyttää vähimmäisvaatimukset. Lyhenne CAC tulee latinankielisestä ilmaisusta Conformitas Agraria Communitatis. (Hoppula ym., 2019, s. 10)



Kuva 1. Varmennetun taimituotannon tasot (mukaillen lähteistä MMM, 2020a; MMM, 2020b)

Varmennetussa taimituotannossa esiperusemokasvievhdokas on kasvi- taudeista ja -tuholaisista puhtaaksi todettu kasviyksilö, jolle haetaan hyväksyntää esiperusemokasviksi. Tarvittaessa ehdokas esipuhdistetaan kasvintuhoojista esimerkiksi lämminvesikäsitteilyllä tai meristeemiviljelyllä. Esiperusemokasvievhdokas testataan kasvintuhoojien varalta laji- ja tuhoajakohdaisin tutkimusmenetelmin Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa. Kasvin puhdistusta jatketaan tarvittaessa lämpökäsittelyllä tai mikrolisäyksellä. Terveeksi ja lajikeaidoksi todetulle esiperusemokasville haetaan hyväksyntää Ruokavirastosta. Esiperusemokasvi (ennen vuotta 2017 ydinkasvi) on esiperusmateriaalin tuottamiseen tarkoitettu emokasvi. Perusemokasvi (ennen vuotta 2017 valiotaimi) tarkoittaa materiaalia, joka on kasvatettu suoraan tai lisätty esiperusmateriaalista. Kasvintuhoojapuhautuden lisäksi varmennetulta kasviaineistolta edellytetään lajikeaitoutta eli lajikkeen sisäistä yhtenäisyyttä. Se todennetaan aitouskokeilla sekä tarvittaessa DNA-testein. Kasvintuhoojatestaukset ja omavalvontana tehtävät tarkastukset suoritetaan sekä lajikeaitous tarkastetaan säännöllisesti lainsäädännön asettamien vaatimusten mukaisesti. Prosessi esiperusemokasvievhdokkaasta perusemokasviksi kestää kasvilajista ja materiaalin terveydestä riippuen kuudesta kuukaudesta kahteen vuotta. Varmennetut emokasvit (lisätty perusemomaateriaalista) ovat varmennettujen hedelmä- ja marjakasvien käyttötaimien lisäämiseen tarkoitettuja emokasveja. (MMM, 2020a, ss. 1–2; Vuori, 2007, ss. 5–6; Laamanen, 2020) Varmennetun taimituotannon protokollissa noudatetaan Euroopan kasvinsuojelullisesta yhteistyöstä vastaavan järjestön European Plant Protection Organisation (EPPO) ohjeistuksia (Uosukainen, Laamanen & Nukari, 2008, s. 2). Ruokavirasto valvoo koko taimituotantoketjua.

2.2 Varmennetun taimituotannon kehitys Pohjoismaissa ja Suomessa

Pohjoismaissa tervetaimituotantoa kehitettiin aktiivisesti 1960-luvulla. Tanska oli toiminnan edelläkävijä, josta Norja, Ruotsi ja Suomi ottivat vaikutteita laatiessaan yhteispohjoismaisia menettelyohjeita 1990-luvun alussa. (Uosukainen, Laamanen & Nukari, 2008, ss. 1–2) Tanskassa tuotanto lopetettiin kuitenkin vuonna 2002 (Martinsson, 2017). Norjassa varmennettu taimituotanto toimii nykyisin Sagaplantin tuotantoasemalla, jonne esiperusemokasvievhdokkaat tulevat tavallisesti Norjan kasvinjalostusyksikkö Graminorilta. (Sagaplant, n.d.) Ruotsissa varmennetusta taimituotannosta vastaa Elitplantstationen-säätiö, joka ylläpitää tautitestattuja emokasveja. (Laamanen ym., 2017, s. 8) Suomessa varmennetun taimituotannon kehitys käynnistyi kunnolla, kun Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTTK) uudet talouskeskuksen tilat (tervetaimiasema sekä Keski-Suomen tutkimusasema) otettiin käyttöön vuonna 1985 Laukaassa. (Ruotsalainen, 1989, s. 14) Vuonteen kylässä sijaitsevalla asemalla oli peltopinta-alaa 40 ha ja kasvihuoneita 2000 m². Laitos suljettiin Luonnonvarakeskuksen toimipaikkaverkoston keskittämistoimien seurauksena vuonna 2017. Päätöksen myötä toiminnot uudelleensijoitettiin ja supistettiin muiden Luken toimipaikkojen yhteyteen (Haapastensyrjä, Jokioinen, Piikkiö, Suonenjoki). (Laamanen ym., 2018, ss. 16–17)

2.3 Lainsäädännölliset veloitteet

Varmennettua taimituotantoa säätelevät taimiaineistosäädökset ja kasvinterveyslainsäädäntö. Suomessa varmennettua taimituotantoa ohjaavat maa- ja metsätalousministeriön antamat, EU-lainsäädäntöön perustuvat hedelmä- ja marjakasveja sekä koristekasveja koskevat asetukset. Marjakasvien tuotantoa koskee myös laki kasvinjalostajan oikeudesta (1279/2009). Marjakasvien taimituotantoa koskevia lakisääteisiä veloituksia on vuosien 2019 ja 2020 aikana päivitetty. EU:n kasvinterveysasetus (2016/2031) on korvannut lain kasvinterveyden suojelemisesta (702/2003). Tämän myötä taimiaineistolakiin (1994/1205) on tulossa myös muutoksia. Lisäksi maa- ja metsätalousministeriön asetukset ovat uudistuneet toukokuussa 2020. Hedelmä- ja marjakasvien varmennettua taimituotantoa koskevia MMM:n asetuksia ovat asetus hedelmä- ja marjakasvien taimiaineiston tuottamisesta, markkinoinnista ja maahantuonnista (399/20) ja asetus hedelmä- ja marjakasvien varmennetusta taimituotannosta (398/20). Koristekasvien varmennettua tuotantoa koskee MMM:n asetus koriste- ja monikäyttökasvien varmennetusta taimiaineistosta (397/20) ja asetus koristekasvien taimiaineiston tuottamisesta, markkinoinnista ja maahantuonnista (396/20). (Lilja & Laamanen, 2020)

Sekä esiperus-, perus- että varmennetussa tuotantoluokassa tuottajalta vaaditaan rekisteröitymistä kasvinsuojelu- ja taimiaineistorekisteriin sekä kasvipassin ja taimitodistuksen käyttöä. Varmennetun taimituotannon aloittaminen ja ylläpito edellyttää valvontaviranomaisen hyväksyntää kirjallisten hakemusten ja tarkastuskäyntien perusteella. Se koskee niin laatuokkaan haettavaa ylläpito- tai tuotanto-oikeutta, tuotantopaikan soveltuvuutta sekä eri tuotantovaiheiden hyväksymistä markkinointia varten. Tuotantopaikat ja taimiaineisto tarkastetaan vuosittain. Kasvilajeille ja taimiluokille on omat erityisvaatimuksensa, kuten tuotantopaikan suojaetäisyydet varmentamattomiin viljelyksiin. Mansikalla esiperus- ja perusluokassa kasvihuoneen etäisyyden tulee olla vähintään 200 metriä. Kasvintuhoojien tarkastusvaatimukset ovat myös kasvilajikohtaisia. Varsinaisten näytteiden tutkimukset on teetettävä Ruokaviraston hyväksymässä laboratorioissa. (Hoppula ym. 2019, ss. 4–12)

2.4 Varmennetun taimituotannon merkitys

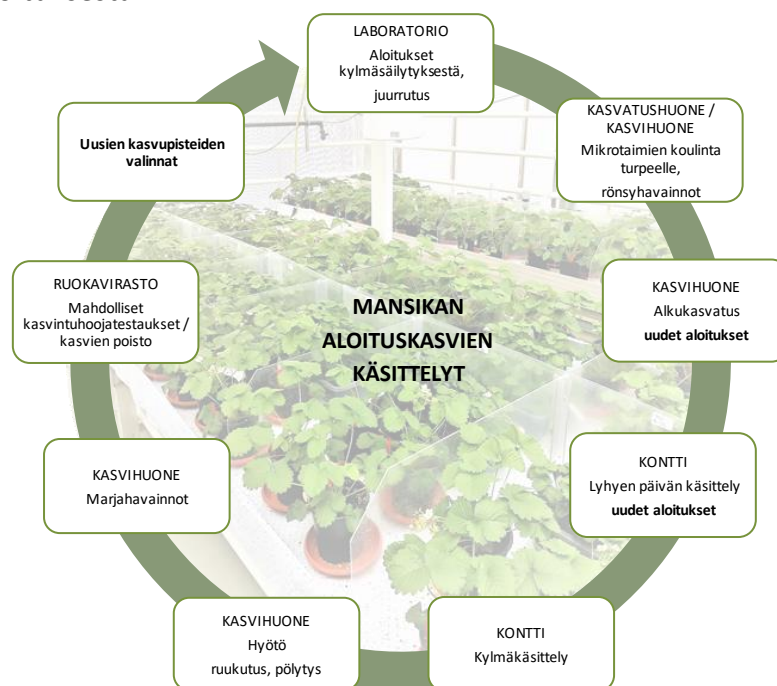
Suomessa käytetään vuosittain ammattimaisessa marjanviljelyssä yhteensä noin 25 milj. tainta. Marttisen kokoamassa esityksessä (2018, s. 4) Hoppulan mukaan Suomessa tuotettujen mansikan taimien osuus vuosittaisesta istutusmäärästä on noin 10 %. Varmennetulla taimiaineistolla pyritään ensisijaisesti estämään kasvitautien ja -tuholaisten aiheuttamien ongelmien esiintymistä. Lisäkustannukset voivat olla marjanviljelijöille merkittävät, mikäli taimien mukana kulkeutuu piileviä kasvitaukeja, kuten mansikan mustalaikkutauti (*Colletotrichum acutatum*) tai punamätä (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*). (Uosukainen, 2009, s. 11) Suomessa punamädän yleisyys mansikkaviljelmillä ilmeni vuonna 2012.

(Tanska, 2013, s. 2) Koristekasveista esimerkkinä on alppiruusu, jolla on Suomessa tehty havaintoja luokitukseltaan vaarallista versopoltteesta (*Phytophthora ramorum*) (Ruokavirasto, n.d. c). Tautiriski on huomioitava taimimateriaalia valittaessa. Moilasen (2018, s. 20) opinnäytetyön mansikoiden viljelijäkyselyn tulosten perusteella taimien terveyttä pidetään tärkeimpänä valintaperusteena niiden tuotantomaasta riippumatta.

Varmennetun tuotannon materiaalilla on myös muita hyödyllisiä ominaisuuksia. Monella valikoimassa olevalla kasvukannalla on FinE®-tavaramerkki. Se on tae kasvin soveltuvuudesta suomalaisiin ilmasto-olosuhteisiin. Ilman varmennettua tuotantoa talvenkestävä, puhdas ja aito taimimateriaali ei olisi itsestäänselvyys. (Heinonen ym., 2004, s. 17) Tutkimusten perusteella sato jäisi myös mahdollisesti heikommaksi (Ruotsalainen, 1989, s. 28; Hoppula ym., 2013, ss. 3–4). Lisäksi esiperusemokasvit ovat arvokas osa kansallista puutarhakasvien geenivaraa. Esiperusemokasvit soveltuvat kryo-pitkäaikaissäilytykseen. (Uosukainen, Laamanen & Nukari, 2008, s. 1) Kotimainen taimituotanto on myös osa kansallista huoltovarmuutta ja varmistaa välillisesti ruokaturvaa.

2.5 Mansikan tuotantoketjun vaiheet

Mansikan varmennettujen taimien lähtömateriaalina on mansikan esiperusemokasvien rönsytaimista otetut aloitukset. Aloitus on kasvupisteeseen sisältävää meristeemisolukkoa, joka kuoritaan päällimmäisten lehtiaiheiden alta esille ja siirretään koeputkeen ravintoalustalle. Varmennetussa tuotannossa kasvupisteellä tarkoitetaan myös lajikkeen sisäisiä koodattuja tuotantolinjoja, joista jokaisen linjan kasvupisteet periytyvät edeltävästä aloituksesta.



Kuva 2. Mansikan aloituskasvien käsittelyprosessin vaiheet

Kierto toimii yksinkertaistettuna siten, että edellisistä aloituksista lisätään juurrutettavat mikrotaimet, jotka koulitaan turpeelle kasvihuoneella otettavia uusia aloituksia varten. Taimille tehdään erilaisia käsittelyitä kasvihuonehavaintojen nopeuttamiseksi. Valitut emokasvit ruukutetaan ja niiden ominaisuuksia havainnoidaan. Kasvukauden aikana tehdään aitoushavainnot aitouskenttäkokeesta. Kasvupisteiden valinnan pohjalla ovat rönsy- ja marjontatulokset sekä kasvintuhoojatestausten tulokset. Aloituksia varastoidaan koeputkissaan 2 °C lämpötilassa, josta niitä käytetään perusemokasvien tuotantoon. (Jalkanen, 2019a) Koko prosessin kesto on noin vuosi. (Kuva 2) Uudet aloitukset on aiemmin otettu vuosittain, mutta vuodesta 2017 lähtien joka toinen vuosi. Tämän seurauksena lähivuosina päästään tilanteeseen, jossa tuotantoon valitut kasvupistelinjat on testattu kenttäkokeissa ennen laajamittaisen lisäyksen käynnistymistä.

2.5.1 Mikrolisäys

Varmennetut mansikantaimet tuotetaan mikrolisäyslaboratoriossa *in vitro* -mikroviljelminä. Mikrolisäyksessä noudatetaan asianmukaista laboratoriokäytäntöä sekä EPPO:n tai muuta kansainvälisesti tunnustettua protokollaa. (MMM, 2020a, s. 49) Kontaminaatoriskit pyritään ehkäisemään aseptisella laboratoriotyöskentelyllä. Kasvupisteet ovat meristeemisoluksia (0,1 – 0,3 mm), joista tehdyt aloitukset ovat kärki- ja hankasilmualoituksia (yli 0,3 mm) puhtaampia (EPPO, 2008, s. 437). Meristeemisoluksiviljelyn viruspuhtaus perustuu johtojänteiden puuttumiseen, jonka seurauksena virusten leviäminen on hidasta soluseinien huokosten kautta nopeasti jakautuvassa meristeemisoluksossa (Kumpula, 1990, s. 8). Lähtökohtaisesti patogeenivapaille esiperusemokasveille menetelmä varmentaa aloitusten puhtauden. Materiaalia jakamalla saadaan nopeasti paljon uutta puhdasta materiaalia. Lämpötilan ja kasvualustan vaikutuksesta kasvu voidaan pysäyttää. Kaikki mikrolisäysvaiheet tapahtuvat agarilla hyödytetyillä ravintoalustoilla. (Kuva 3) (Jalkanen, 2019a) Laimennetut kantaliuokset toimivat kasvualustan perustana, johon lisätään makro- ja mikroravinteet, vitamiinit sekä kasvihormonit reseptikohtaisesti. Alustan tärkein ainesosa on sokeri (fruktoosi, glukoosi, tai sakkaroosi), joka toimii kasvin hiilen eli energian lähteenä. (Huhtama, 2013, s. 13)



Kuva 3. Mansikan mikrolisäyksen vaiheita esiperusmateriaalista perusemokasveiksi

Mansikan mikrolisättävä perusemokasvimateriaali säilytetään aloituksina Haapastensyrjän mikrolisäyslaboratorion tiloissa. Kasvupistelinjojen lisäysmäärät ja kunto vaativat aktiivista seuraamista. Esiperusmateriaalin lisäysvaiheiden jälkeen perusemokasvien tuotannossa kasvustosta pilkottu mikroversot jaetaan 52-paikkaiseen muovirasiaan valmistetulle juurrutuslustralle. Laboratorion kasvatushuoneen olosuhteet pidetään vakiointuna koko prosessin ajan. Yön pituus on 8 tuntia ja päivän pituus 16 tuntia. Yölämpötila on 19 °C ja päivälämpötila 20 °C. Juurrutusvaihe kestää kahdesta neljään viikkoa, jonka jälkeen perusemokasvit ovat valmiita toimitettavaksi asiakkaille. (Jalkanen, 2019a)

2.5.2 Kasvihuonekasvatus

Taimien siirtäminen *in vitro* -kasvatuksesta *ex vitro* -kasvatukseen (laboratorio-olosuhteista turpeelle) on prosessin kannalta monesti haasteelliseksi koettu vaihe. Epäonnistuminen on todennäköistä, jos kasvatusolosuhteiden ohjeistusta laiminlyödään. Mikrolisättyjen taimien lehdistä vesirakoja on enemmän, ja osa niiden huulisoluista on jatkuvasti auki. Taimikuolemat ovat yleensä seurausta joko lehden pinnan voimakkaan haihdutuksen aiheuttamasta kuivumisesta tai taimien heikommasta fotosynteesiaktiivisuudesta heti siirtovaiheen jälkeen. (Huhtama, 2013, s. 21; Kumpula, 1990, s. 24) Mansikat koulitaan turpeelle juurellisina mikrotaimina. Koulintaohje sekä kasvatusolosuhteet voi tarkastaa Luken Kasper-palvelusta (Luonnonvarakeskus, n.d.).

Esiperusemokasvit ja perusemokasvit sijaitsevat Luke Haapastensyrjän koetoiminta-asemalla kasvintuhoojilta eristetyssä noin 700 m² kokoisessa teräsrunkoiseen kasvihuoneessa. Kasvihuoneessa tehtävät käsittävät esiperusemokasvien, koekasvien ja tilaustöiden erilaisia perustus-, hoito-, havainto- ja pakkaustoimenpiteitä. Haapastensyrjässä mikrolisätyn materiaalin jatkokasvatus kasvihuoneella rajoittuu esiperusemokasveihin, aitouskoetaimiin sekä tiettyihin virustestaukseen tarkoitettuihin testikasveihin. Myös satunnaisia tutkimuskäyttöön tarkoitettuja eriä koulitaan turpeelle. Olennaista kasvihuoneella on viljelyhygieniasta huolehtiminen, johon on annettu ohjeita MMM:n säädöksessä. Esimerkki ylläpitotöistä on kukkien poistaminen siementaimien kehittymisen estämiseksi (MMM, 2020a, s. 49). Kasvukauden aikana silmänvaraista tuholaistarkkailua esiperusemokasveille tehdään päivittäin ja näytteitä mikroskooppitarkasteluun otetaan viikoittain. Varotoimenpiteenä biologisia eliöitä levitetään viikoittain. Tuholaisilta ei voida kuitenkaan täysin välttyä. Vihannespunkki on sitkein hävitettävä. (Engström, Hokka & Airaksinen, 2019) Tietyt kirvat ja kaskaat olisivat esiintyessään kasveille hyvin haitallisia, sillä ne voivat toimia virusvektoreina eli voivat tuoda viruksia kasvihuoneeseen ja siirtää niitä kasveista toiseen (Laamanen, 2019a). Laboratorionäytteitä varten näytteiden ottoon on kasvilaji- ja tuotantoluokkakohtaisia määräyksiä (MMM, 2020a).

Kasvihuoneessa on suljettu ilmanvaihto. Korvausilma tulee suodattimien kautta ja osastot jäädytetään koneellisesti. Valotus tapahtuu varhaiskevään kasvatuksia lukuun ottamatta luonnonvalolla. Varjostusverhot ovat käytössä tarpeen mukaan. Normaaliksi kasvatustilaksi on noin 20–22 °C ja ilmankosteus 50–70 %. Syksyllä kasvihuoneen lämpötilaa lasketaan asteittain ja lopulta asetetaan noin 5 °C. Kasvit ovat talven lepotilassa, ja niitä kastellaan vain hieman kuivumisen estämiseksi. Talvella suoritetaan kaikki osastot kattava perusteellinen desinfiointi, johon myös MMM:n säädöksessä veloitetaan (MMM, 2020a, s. 49). Päivän pidentyessä ja lämpötilan ulkona noustessa, nostetaan lämpötiloja kasvihuoneessakin vähitellen. Mansikan kierto on nopea, eikä esiperusemoka-veja ylläpidetä kasvihuoneessa kuin aloitusprosessin ajan. (Kuva 2) (Engström ym., 2019)

2.5.3 Kryosäilytys

Osa Lukessa ylläpidettävistä lajikkeista ei ole varmennetussa tuotannossa, vaan ne ovat säilössä kryo-tankissa, noin -150 °C nestemäisen tyypin kaasufaasissa. Kryosäilytyksessä kasvisilmut ovat turvassa haitallisilta ympäristötekijöiltä kuten kasvitaudeilta ja -tuholaisilta ja säilyvät muuttumattomina. Mansikkalajikkeiden kryo-kokoelman suuruus on yhteensä 13 lajiketta (Pehu ym., 2018, s. 56). Kryosäilytettävän aineiston kylmänkestö muodostuu aineiston esikäsittelyllä, jolla estetään solukoita vaurioittavien jääkiteiden muodostuminen. Siihen käytetään kuivattamiseen tai sokeri- ja suojaliuoskäsittelyihin perustuvia menetelmiä. Käsittelyn jälkeen pieniin muoviputkiin säilötyt näytteet upotetaan nestetyypin joko nopeasti tai hitaan ja kontrolloidun esipakastamisen jälkeen. (Nukari & Rantala, 2014, s. 10) Mansikalle soveltuu pisara-vitrifikaatiomenetelmä, jossa silmu suojataan nestepisaran (PVS2-liuos) sisälle foliosuikaleen päälle. Folioliuska asetetaan nestetyypellä täytettyyn kryosäilytysputkeen. (Flyktman, 2008, s. 13)

2.5.4 Varmennettujen käyttötaimien tuotanto

Perusemoka-vejen tuottajalla lisätyt mansikan mikroviljelmät menevät tuottajataimistoille muovirasioissa juurellisina mikrotaimina. Taimistoilla mikrotaimet siirretään kasvihuoneeseen turpeelle juurtumaan. Taimet toimivat varmennettujen käyttötaimien emokasveina. (Luonnonvarakeskus, n.d.) Rönsyisäys edellyttää 100 metrin suojavyöhykettä varmentamattomaan mansikkaviljelykseen. Emokasvien rönsysato voidaan hyödyntää kahden ensimmäisen vuoden ajan, jonka jälkeen emokasvit hävitetään. (MMM, 2020a, s. 58) Vuonna 2020 Ruokaviraston hyväksymiä varmennettujen mansikan käyttötaimien tuottajia on Suomessa neljä – Ihalan Tila Oy, Puutarha Tahvokset Oy, Marjoniemi Garden Oy sekä Peuraniemen Taimitarha Oy. Marjoniemen ja Peuraniemen taimitarhat tuottavat myös vadelman varmennettuja taimia. Taimistoilta varmennetut käyttötaimet toimitetaan marjanviljelijöille sekä puutarhamyymälöihin.

3 LAJIKEAITOUS

Lajikeaitous on yksi taimien laatutekijöistä. Fenotyypin pysyvyyden yksinkertaisin havainnointikeino on morfologisten ja fenologisten ominaisuuksien silmämääräinen tarkastelu. DNA:n molekyyli­markkereiden sekä ai­neenvaihduntatuotteiden vertailumenetelmien avulla eri lajikkeet voidaan myös erottaa toisistaan. Ilman testausta kenttäolosuhteissa lajikkeen kasvupisteissä mahdollisesti tapahtuvan muuntumisen ja sen aiheuttaman taantumisen havaitseminen ei kuitenkaan onnistu.

3.1 Lainsäädännölliset veloitteet

Aikaisemmassa varmennettua taimituotantoa koskeva lainsäädännössä (MMM 9/06) edellytettiin emokasvien lajikeaitouden tunnistamista morfologisten ominaisuuksien tai DNA-tunnisteiden avulla. Vuonna 2017 voimaan tulleen asetuksen (6/17) myötä lajikeaitouden todentamiseen tuli tarkentava vaatimus. Lajikeaitous on jatkossa varmistettava vertaamalla kasvia sen viralliseen tai virallisesti tunnustettuun kuvaukseen. DNA-tunnistusta voidaan käyttää lisänä haettaessa hyväksyntää esiperusemokasviehdokkaalle, mutta myös ylläpidon aikana. Uusin asetus (398/2020) ei tuonut muutoksia lajikeaitoutta koskeviin vaatimuksiin. Aitoustestaus on esiperusluokassa suoritettava säännöllisesti lisäysmenetelmän mukaisesti ja jokaisen uudistamisen jälkeen. Perusluokassa ja varmennetussa luokassa testaus on tapauskohtaista. Poikkeavia yksilöistä tarkkaillaan ja tarvittaessa niille haetaan poistolupaa Ruokavirastolta. (MMM, 2020a, ss. 2–62)

Tuntematonta lajiketta ei saa markkinoida. Vähimmäisvaatimus, joka koskee myös CAC-taimia, on rekisteröity lajikekuvaus tai virallisesti tunnustettu kuvaus (ennen 30.9.2012 kaupan pidetyillä lajikkeilla). Se on automaattisesti kasvinjalostajanoikeuden alaisilla, suojatuilla lajikkeilla. Vaihtoehtoisesti lajikkeen tulee olla rekisteröitynä viralliseen kasvilajikeluettelo­on jossakin Euroopan unionin jäsenmaassa. Rekisteröinti edellyttää lajikekuvausta. Lajikekuvauksen rekisteröintiä tai virallista tunnistamista haetaan Ruokavirastolta. EU-tason FRUMATIS-lajikerekisteri on osa EU:n kasvilajikerekisteri CPVO:n Variety Finder Database -tietokantaa. Se kokoaa maiden kansallisiin lajikeluetteloihin virallisesti rekisteröidyt hedelmä- ja marjalajikkeet. Suomen kansallista puutarhakasvien taimiaineiston lajikeluettelo­a ylläpitää Ruokavirasto. Se pitää sisällään myös vain Suomessa markkinoitavat lajikkeet. (Ruokavirasto, n.d. b)

3.2 DUS-testaus

DUS-testauksen kirjanlyhenne muodostuu englanninkielisistä sanoista Distinctness, Uniformity ja Stability. Se tarkoittaa lajikkeen ominaisuuksien erottuvuutta ja yhtenäisyyttä muista lajikkeista sekä ominaisuuksien pysyvyyttä. Ehdot täyttävä lajike voidaan todeta itsenäiseksi jalosteeksi, jolle voidaan tehdä lajikekuvaus. Virallinen lajikekuvaus sekä suppeampi virallisesti tunnustettu lajikekuvaus vastaavat DUS-testauksen rakennetta. Testaus perustuu UPOV:in (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) ja CPVO:n (Community Plant Variety Office) periaatteisiin ja ohjeisiin. Tällä hetkellä havainto-ohjeet löytyvät 330:lle kasvilajille tai lajikeryhmälle. Suomessa Ruokaviraston sekä muiden toimijoiden testaus painottuu peltokasveihin. Hedelmä- ja marjakasvien osalta Taimistoviljelijät ry sekä Luonnonvarakeskus ovat olleet pääasiallinen kuvausten laatija. Nykyinen mansikan DUS-kuvauksen ohjeistus on vuodelta 2012. (Ruokavirasto, n.d. a; UPOV, n.d.)

3.3 Aitouden testaaminen varmennetussa taimituotannossa

Lajikeaitoutta havainnoidaan mansikan perusemokasveista kasvihuoneessa sekä kenttäolosuhteissa. Kokeiden ensisijaisena tavoitteena on varmistaa lajikekohtaisen potentiaalin toteutuminen karsien epänormaaleja linjoja ja taaten sadontuottokykyä. Mansikan aitoustestausta on tehty yli 20 vuoden ajan vuosittain aina, kun kasvupisteet on uusittu. Tutkimusasetelma on toteutettu kenttäkokeissa lähes poikkeuksetta samalla kaavalla. Laukaan pelloilla mansikan aitoutta tutkittiin vuosittain kolmekerranteisina aitouuskokeina viljelykiertoa noudattaen. Jokioisten aitoustarhan toisesta päädyistä on varattu mansikan aitouuskokeita varten kolme vierekkäistä kaistaa, joiden käyttö tapahtuu järjestäen viljelykierron mukaisesti. (Kuva 4) Yksi mansikkakasvusto, eli yksi aitouuskoe on paikallaan kaksi vuotta: istutusvuoden sekä seuraavan varsinaisen havaintovuoden. Kasvukauden päätteeksi kasvusto tuhotaan totaaliherbisidiksittelyllä.

Mansikan jälkeen paikalle kylvetään vuodeksi hernekaura, kahdeksi nurmi ja toistamiseen hernekaura ennen uutta mansikkakoetta. Viljelykierron pituudeksi tulee näin ollen kuusi vuotta. Pääsääntöisesti mansikkakoe on tarkoitus perustaa jatkossa joka toinen vuosi. Nopean kierron taustalla on puhtaan viljelyalan riittävyys sekä kustannukset. Erityisesti punkit voivat saastuttaa varmennetutkin taimet ensimmäisen kasvukauden aikana, jos läheisyydessä on vanhoja viljelylohkoja (Matala, 2006, s. 207). Lisäksi lajikkeen kasvutapa ja sadontuottokyky ovat mitattavissa jo ensimmäisenä satovuonna, joten pidempää tarkastelujaksoa ei olla nähty tarpeelliseksi.



Kuva 4. Etualalla Luonnonvarakeskuksen Jokioisten aitoustarhan puutarhamansikan aitouskoe 2018–2019. Oikealla aitouskoekasvusto 2019–2020, jonka vieressä viljelykierron mukaisesti hernekaura. Kuva on otettu satokauden jälkeen elokuun loppupuolella. (Kaitala 2019)

Aitouskokeen päätteeksi on tavallisesti laadittu aitousraportti, jossa on esitetty kokeen keskeiset tulokset usein keskittyen lähinnä satokomponenttien ja marjan painon vaihtelun kuvaukseen. Tulosten perusteella lajike voidaan todeta lajikeaidoksi. Jos kasvupiste poikkeaa huomattavasti muista kasvupisteistä, niin se poistetaan taimituotannosta. Osa uusista kasvupisteistä karsiutuu kontaminaatioiden, materiaalin paljouden tai aitoushavaintojen perusteella jo mikrolisäyksen alkuvaiheessa (Flyktman, 2008, ss. 9–10).

Uudessa Jokioisilla sijaitsevassa tarhassa otetaan vuodesta 2020 lähtien vaiheittain aitoustarkasteluun myös lakka (*Rubus chamaemorus*), mesimarja (*Rubus arcticus*), jalomaarain (*Rubus arcticus* ssp. \times *stellarcticus*), vadelma (*Rubus idaeus*) sekä herukat (*Ribes* spp.). Tarhapensasmustikan (*Vaccinium corymbosum*) ja puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) aitouskokeet on sijoitettu Jokioisilla omenalajikkeiden geenivaratarhaan vuonna 2017.

4 SOMAKLONAALINEN MUUNTELU

Mikrolisäyksessä muuntelusta käytetään nimitystä somaklonaalinen muuntelu. Muuntelu voi olla geneettistä tai epigeneettistä. (Jain, 2001, s. 153) Epigeneettinen muuntelu on geneettisestä muuntelusta poiketen väliaikaista ja palautuvaa, yleensä mikrolisäyksessä yleisempää. Epigeneettiset sekä geneettiset muutokset ilmenevät usein samantyyppisenä

jälkeläisten heterogeenisyytenä. Se vaikeuttaa muuntelun alkuperän selvitystä. Muuntelun luonne voidaan varmistaa kuitenkin vasta myöhemmissä sukupolvissa. (Kumpula, 1990, s. 19) Somaklonaalisen muuntelun aiheuttamat ominaisuudet mahdollistavat uusien genotyyppien lisäämisen geenipooliin ja hyödyntämisen jalostuksessa (Jayasankar, 2000, s. 388).

Muuntelu ja mutaatio on tärkeää erottaa toisistaan. Muuntelun taustalla ei ole selkeää syytä ja yleensä se ei noudata Mendelin periytymissäntöjä. Mutaation taustalla on selvä todiste geneettisestä muutoksesta. (Jayasankar, 2000, s. 388) Muuntelevien yksilöiden taustalla voi olla kromosomien lukumäärälliset muutokset tai yksittäisten kromosomien rakenteelliset muutokset (Kumpula, 1990, s. 20). Mansikan peruskromosomiluku on seitsemän, ja puutarhamansikka kuuluu oktoploidisiin lajeihin ($2n=56$) (Matala, 2006, s. 20). Keskeistä geneettisen muuntelun synnylle on poikkeavuudet mitoottisen solunjakautumisen keskivaiheessa. Silloin normaalisti kaksinapainen tumasukkula on moninapainen, jonka seurauksena kehittyy parittomia ploidalukuja. Myös aneuploidia on yleistä solukoviljelmässä. Siinä vanhimmat solukot menettävät usein uusien versojen regeneroitumiskykynsä. Mansikan geneettinen pysyvyys on havaittu olevan kohtalaisen stabiili. (Kumpula, 1990, ss. 20–21)

4.1 Muuntelun aiheuttamia ilmiöitä

Kloroottiset kasvit, kääpiökasvuiset kasvit sekä lehtilaikulle herkät yksilöt ovat helposti tunnistettavissa. Sen sijaan valkojuovaiset sekä hedelmättömät yksilöt ilmenevät vasta istutuksen jälkeisenä vuonna. (Swartz ym., 1981, s. 672) Vitrifikaatio on mikrolisäyksen aikana ilmenevä fysiologinen häiriö, jonka tunnistaa lehtien hauraudesta, läpikuultavuudesta sekä paksuudesta. Soluille on tyypillistä korkea vesipitoisuus sekä klorofyllin vähäinen määrä. Vitrifikoitumista esiintyy saman lajikkeen eri klooneilla. (Kumpula, 1990, ss. 16–17) Jalkasen (2019b) mukaan ilmiön taustalla voi olla yö- ja päivälämpötilojen vaihtelun synnyttämä kondensoituneen veden tiivistyminen kasvatusastian seinämiin. Häiriö ei ole ollut tuotannossa yleinen.

Lisätyt kasvihormonit ovat mikroviljelmän onnistumisen edellytys, mutta ne voivat myös häiritä kasvisolukon omaa hormonitasapainoa. Epätasapaino voi ilmetä meristeemisolukon jakautumishäiriönä, jota kutsutaan mansikan moniversoisuusilmiöksi. Siinä on poikkeuksellisesti useita ruusukkeita, joissa on omat päätesilmunsa. Se syntyy kantasolukon meristeemikärjen jakautuessa. Samanikäisiä lehtiä kehittyy yhtäaikaisesti vähintään kaksi, minkä vuoksi lehtiasento on epänormaali. Tuntomerkkejä ovat pienemmät lehdykät sekä ohuemmat ja lyhyemmät lehtiruodit. Joukossa voi olla lehtiä, joiden korvakkeet ovat yhdistyneet, mutta niillä on kuitenkin erilliset lehtiruodit. (Kumpula, 1990, ss. 15–16) Tutkitusti kasvihormoni IBA:n sekä BAP:in korkeat pitoisuudet lisäävät ilmiön esiintyvyyttä, kun taas gibbereliini (GA3) vähentää sitä (Anderson ym., 1981, s. 331).



Kuva 5. Muuntelun aikaansaama yksittäinen epämuotoinen kukkavana (Kaitala 2019)

Mutaatioiden seurauksena kasviin muodostuu geneettisesti erilaisia solukoita, joiden poikkeuksellista järjestäytymistä kutsutaan kimairaksi. Silloin vähintään kaksi geneettisesti erilaista kudosta kasvaa vierekkäin. Se syntyy verson kärjen apikaalimeristeemin jonkin kerroksen initiaalisoluissa tapahtuvan mutaation myötä. Koko kerroksen genotyypin muuttuessa puhutaan periklinalisesta kimairasta. Kimairat ovat havaittavissa helpoiten, jos ne vaikuttavat väriin tai morfologisiin ominaisuuksiin. Selkein muutos voi olla esimerkiksi lehtien lehtivihreätön tai poikkeava vihreä väri. Kirjavuus ei tarkoita suoraan kimairaa, sillä jollain kasveilla on siihen geneettisiä rakenteita. Kimaira voi olla havaittavissa myös muutoksena kasvutavassa, lehden muodossa tai hedelmän värissä. Aineenvaihdunta-aineiden, entsyymitasojen tai muiden biokemiallisten prosessien muutokset ovat vaikeasti havaittavia. Vegetatiivisessa lisäyksessä kimairat yleensä säilyvät, kun taas mikrolisäyksessä se on epätodennäköisempää. Ainoastaan hankasilmuista mikrolisätyt periklinaliset kimairat ovat ominaisuuden säilymiseltä varmimpia. (Kumpula, 1990, ss. 21–22; Skirvin & Norton, 2014, s. 99)

4.2 Mansikan somaklonaalisen muuntelun tutkimus

Mansikan mikrolisäystuotanto alkoi 1970-luvulla. Sen vaikutuksia kasvuun tutkittiin runsaasti. Tuotanto-olosuhteiltaan erilaisissa kokeissa tehtiin yksittäisiä havaintoja marjojen epämuotoisuudesta ja marjakoon pienemisestä tietyillä lajikkeilla. Näiden satunnaisten tulosten valossa mansikan mikrolisäystä haluttiin rajoittaa esimerkiksi säädöksin. (Capoca-

sa ym., 2019, ss. 65–66) Käytännön mikrolisäyksen näkökulmasta oli puutteelliset tiedot ravintoalustan sopivasta sytokiniinipitoisuudesta (Biswas ym., 2009), lisäysmateriaalin jakokertojen rajaustarpeesta (da Fonseca ym., 2013) sekä genotyypin/lajikkeen vasteesta mikrolisäyksen olosuhteille (Popescu ym., 2004). Muutokset ovat pääasiassa geenien säätelyssä tapahtuvia väliaikaisia eli epigeneettisiä muutoksia, koska ne häviävät kahden tai kolmen vuoden kuluttua. (Capocasa ym., 2019, s. 66) Ympäristöolosuhteet aiheuttavat myös muuntelua. Mikrolisätyissä taimissa on turpeelle siirron jälkeen havaittu lehden rakenteellisia eroja, jonka taustalla on taimien kasvatusta korkeassa ilmankosteudessa. Lehdet ovat ohuempia kentällä kasvaneisiin verrattuna, mutta ne paksuuntuvat ajan kuluessa. (Kumpula, 1990, s. 24)

Mikrolisäykseen suositellaan käytettävän verson kärkikasvusolukkoa. Kallussolukossa on usein geneettisesti vaihtelevia soluja. Mikroviljelmän myöhemmillä jakokerroilla tulisi käyttää hankasilmujen aiheista kehittyneitä versoja, joissa kallussolukon määrä on vähäisempi. (Kumpula, 1990, s. 7) Muista kuin hankasilmuista kehittyneistä adventiiviversoja esiintyy mansikan *in vitro*-viljelmissä spontaanisti ja yleisesti. Mansikan mikrolisäys jälkiversoista pitäisi olla tehokkaampaa, helpompaa ja halvempaa kuin sivuversoista, sillä lisäysaste on yleensä paljon suurempi. Joistakin tutkimuksista on saatu tuloksia, jossa alkuperältään jälkiversoista otetut taimet ovat tuottaneet enemmän rönsyjä ja kukkia. Esimerkiksi Litwińczuk (2004) tutkimustulokset osoittivat sivu- sekä jälkiversojen olevan samankaltaisia. Nehra ym. (1994, ss. 107–117) sekä Mohamed ym. (2017, s. 39–50) selvittivät lisäysmenetelmän vaikutuksen geneettiseen stabiiliisuuteen. Nahran ym. kokeessa meristeemilisätyt taimet sekä suoraan versosta regeneroidut (lisäyslähde lehtieksplantaatti) taimet olivat yhdenmukaisia, kun taas kallussolukosta lisätyissä taimissa oli vaihtelua kasvutavan ja sadontuoton osalta. Meristeemiviljelyssä taimissa esiintyi myös keltalehtisiä fenotyyppisiä. Mohamedin ym. tulosten mukaan vaihtelu oli suurempaa regeneroitujen kasvien lehtieksplantaateista verrattuna rönsy- ja meristeemilisätyihin kasveihin. Se voi selittyä lehtikudoksen alkuperäisellä heterogeenisyydellä.

Mikroviljelmissä keinotekoisien ravintoalustan kemiallista koostumusta säätelällä voidaan vaikuttaa kasvinosien erilaistumiseen. Hankasilmujen aiheiden lepotila (auksiinin vaikutus) verson kärkisolukossa saadaan vapautettua kasvihormoni sytokiniinin avulla. Sytokiniinin vaikutusta mansikan ruusukeversojen määrää koskevissa tutkimuksissa pääsääntöisenä tuloksena sytokiniini puuttuminen *in vitro*-vaiheessa on vähentänyt ruusukkeiden määrää, ja vastaavasti liiallinen pitoisuus nostanut adventiivisten versojen kehittymisen todennäköisyyttä. Sytokiniinipitoisuuden jälkivaikutukset eivät ole merkittävästi vaikuttaneet emotaimista lisätyjen rönsytaimien lukumäärään tai satotasoon. Naing ym. (2019, s. 9) kokeissa selvitettiin optimaalista ravintoalustan kinetiinin (synteettinen sytokiniini) pitoisuutta (0,5 mg/l), joka varmistaisi mansikkalajikkeiden ai-
toutta.

Rancillac ja Nourrisseau (1989, s. 346) tutkivat jakokertojen määrän vaikutusta kasveihin. Yhdellä mansikkalajikkeella yli 30 jakokerran jälkeen ilmeni monia heikkouksien oireita, aikaista vanhenemista ja alttiutta patologisille tekijöille, jotka ovat vähentäneet merkittävästi satotasoa. Toisella lajikkeella vastaavaa vaikutusta ei ollut, mutta sen sijaan se oli enemmän ja aikaisemmin alttiimpi mansikan härmälle. He havaitsivat myös mikrolisättyjen kasvin paremman kylmänkeston rönsylisättyihin kasveihin verrattuna. Aloitusmateriaalin kolmen tai kahdentoista jakokerran taimissa ei havaittu fenotyyppisiä eroavaisuuksia (da Fonseca ym., 2013, s. 1345). Aineiston geneettisen pysyvyyden varmistamiseksi mansikkaviljelmien jakokerrat on rajattu kymmeneen (MMM, 2020a, s. 53).

4.3 Jälkivaikutukset kasvustossa

Myös mikrolisättyjen mansikantaimien käyttäytymistä pelto-olosuhteissa on tutkittu runsaasti. Swartz ym. (1981, ss. 667–673) havaitsivat, että mikrolisätyillä mansikan taimilla esimerkiksi neliösato oli suurempi, lehtiruoti pidempi ja kukintoja enemmän kuin rönsyistä lisätyillä taimilla. Marjojen keskimääräinen paino oli mikrolisätyillä taimilla matalampi. Mikrolisätyt taimet tuottivat 60 % enemmän rönsyjä. Karhu ja Hakala (2000, ss. 321–324) vertailivat kolme kasvukautta kestäneessä kokeessa Senga Sengana- sekä Zefyr-lajikkeiden käyttäytymistä mikrolisätyillä ja rönsylisätyillä taimilla. Mikrolisätyt taimet muodostivat enemmän ruusukeversoja molemmilla koelajikkeilla. Runsaampi rönsyntuotto, suurempi sato, pidempi kukintajakso sekä elinvoimaisempi kasvu oli tutkimuskauden aikana vähintään toisella lajikkeista mikrolisätyillä taimilla parempi. Żebrowska ym. (2015, ss. 25–35) kokeessa merkittävin ero havaittiin toisella koelajikkeista keskimääräisessä marjapainossa. Monista muista tutkimuksista poiketen pienten hedelmien määrä sadosta oli pienempi. Ominaisuudet säilyivät mikrolisätyistä taimista otetuilla ensimmäisillä vegetatiivisilla jälkeläisillä. Litwińczuk (2004) kokeessa mikrolisätyt taimet tuottivat suuremman sadon ja suurempia marjoja kahtena ensimmäisenä vuonna verrattuna tavanomaisesti lisättyihin taimiin. Sitä voi selittää suurempi nettotosynteesi ja pienempi lehtipinta-ala, jolloin yhteyttämistuotteista suurin osa sijaitsee satoa tuottavissa osissa (Kumpula, 1990, s. 27). Nämä ominaisuudet laskivat jyrkästi kolme vuotta istutuksen jälkeen. Se on selitettävissä esimerkiksi kasvien aiempien vuosien intensiivisellä vegetatiivisella sekä generatiivisella kasvulla, maaperän ravinteiden köyhtymisenä sekä kasvien kilpailun lisääntyessä. Samassa tutkimuksessa havaittiin myös, että mikrolisätyistä taimista sopeutumisvaiheessa otetut rönnyt taimet (1. sukupolvi) muistuttivat enemmän kontrollikasveja kuin emokasveja. (Litwińczuk, 2004)

4.4 Genotyypin pysyvyyden tutkiminen

Lisäysmenetelmän aiheuttamat geno- ja fenotyypisten muutosten mahdollisuustulee ottaa huomioon lajikekokeissa sekä lajikekuvauksia laadittaessa (Karhu, 2000; Naing ym., 2019). Mikrolisättyjen mansikan taimien genotyyppisen pysyvyyden määrittämiseksi fenotyyppi-morfologinen luonnehdinta on säilyttänyt asemansa (Capocasa ym., 2019, s. 66). Mansikan lajikkeiden tunnistuksessa DNA molekyyli-markkereiden käyttö on yleistynyt. Tulevaisuudessa niitä tullaan hyödyntämään enemmän geneettisen monimuotoisuuden analysoinnissa. Tunnistukseen käytetään erilaisilla sekvensointimenetelmillä saatuja genomin osia. (Whitaker, 2011, ss. 115–124) Molekyyli-markkereille on kehitetty vaihtoehtoisia menetelmiä. Mansikan aineenvaihduntatuotteiden koostumus on yhteydessä genotyyppiin. Sillä on suora vaikutus ravitsemukselliseen ja aistinvaraiseen laatuun. Metabolomiikan avulla voidaan ottaa näyte, josta selviää kasvin sen hetkinen biokemiallinen tila. Nämä metaboliset fenotyypit mahdollistavat mansikan eri kypsyamisasteiden metabolisen prosessien vertailun lajikkeen sisällä. Jalostuksen lisäksi tietoja voidaan käyttää markkereina lajikkeen varmentamisessa. (Vallarino ym., 2018, ss. 1–13)

5 AINEISTOT JA MENETELMÄT

Puutarhamansikan aitouskoe istutettiin Luonnonvarakeskuksen Jokioisten toimipaikalle perustettuun aitoustarhaan alkukesästä 2018. Havainnot ajoittuivat kasvukaudelle 2019. Lajikkeita on yhteensä 14, kasvupisteitä 50. Eri kasvupisteiden määrä vaihtelee lajikkeittain kahdesta kuuteen. Kokeessa on kolme 50 ruudun kerrannetta. Kerranteessa jokaista kasvupistettä on neljä tainta (ruutu), yhteensä 12 kpl/lajike. Kaikkina taimia kokeessa oli mukana 600.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan kolmea lajiketta: Lumotar, Ria ja Polka. Nämä lajikkeet valittiin ajankohtaisuutensa takia. Lumotar on uudehko lupaava lajike, jatkuvasatoisuus on Ria-lajikkeen myyntivaltti ja Polka on pysynyt vuodesta toiseen suosikkilajikkeena. Näistä lajikkeista saatuja tuloksia peilataan koko aitouskokeen lajikkeistoon. Sen perusteella etsitään sopivia ominaisuuksia aitouskokeen yleiseen havainto-ohjeistukseen.

5.1 Taimimateriaali

Puutarhamansikan aitouskokeen taimimateriaali on lähtöisin vuonna 2016 otetuista aloituksista. Taimet on lisätty Luken Haapastensyrjän koe-toiminta-aseman mikrolisäyslaboratoriossa alkuvuodesta 2018, ja esikasvatusta on jatkettu varmennetun tuotannon kasvintuhoojilta eristetyssä kasvihuoneessa. Lisäysmenetelmä ja mikrotaimien esikasvatus on esitetty luvuissa 2.5.1 ja 2.5.2.

5.1.1 Koetaimien alkukasvatuksen vaiheet

Aitousmansikkakasvutun 2018–2019 aloitukset otettiin esiperusemokka-veista tammikuussa 2016. Lajikkeet mikrolisättiin aloituksista ja juurrutettiin laboratorioissa alkuvuodesta 2018. Mikrotaimet kouluttiin turpeelle 16.-18.4. 2018, jota varten alustat valmisteltiin edeltävänä päivänä. Kasvualustana oli käytössä perliitillä kevennetty (10–20 %) Kekkilän perusturpe (B2). Kasvualustalla täytettiin 56 kappaletta 54-paikkaista alustaa (9 x 6 lokeroa/kenno, Vefi vp-54 black). Taimilokerikkojen yhden kennon koko on 5,5 x 5,5 x 7,0 cm. Koulintavaiheessa kustakin kasvupisteestä mikrotaimia otetaan jatkokasvatukseen 25 kappaletta. Taimikasvatus tehtiin kasvihuoneen osastolla viisi, johon päivän pituus asetettiin 14 tuntiin. Tarvittaessa lisävaloa annettiin suurpainenatriumlampuilla. Lämpötila oli noin 22 astetta. Taimet juurrutettiin maitomuovin alla. Lannoittaminen tehtiin viikoittain Kekkilän Taimi SuperX (19:4:20) vesiliukoisella lannoitteella 0,1 % pitoisuudella. Taimet siirrettiin 4.6. 2018 muovikasvihuoneelle karaistumaan, jossa ne suojattiin yön ajaksi harsolla. Karaisuvaiheen päätteeksi (13.6. 2018) jokaisesta kasvupisteestä 12 kappaletta varataimiseen irrotettiin lokeroista kasvupisteittäin keräilykaukaloihin. Koulitaviksi koetaimiksi valittiin tasalaatuisimmat yksilöt, joista joka neljänteen laitettiin merkintäsäle tietoineen. Seuraavana päivänä taimet kuljetettiin Jokioisiin istutettavaksi. (Hokka, 2019)

5.1.2 Lajikkeet

Lumotar (rekisteritunnus TTA-786) on Luonnonvarakeskuksen vuonna 2012 jalostama lajike. Sen risteytyskaavassa ovat lajikkeet Bounty, Camarosa, Hiku, Kent ja Polka. Lajiketta verrataan Polka-lajikkeeseen marjan koossa, sadon- ja rönsyntyötossa. Alkusadon marjat ovat kuvauksen mukaan kuitenkin kookkaampia ja extra-luokan (≥ 25 mm) marjojen osuus on suurempi. Lumotar on osoittautunut vastustuskykyiseksi mansikkahärmää ja harmaahometta vastaa. Tyvimädän kestävyys on vähintään keskinkertainen. (Luonnonvarakeskus, n.d.) Virallinen Lukessa laadittu UPOV:in mukainen lajikekuvaus on vuodelta 2017. Lumotar on koelajikkeista ainoa, jolla kuvaus koskee kaikkia 48 ominaisuutta.

Ria on norjalaisen emeritusprofessori Johannes Øydvin vuonna 2008 jalostama lajike. Sille ei ole haettu EU-tason suojausta, sillä jalostaja ei halunnut lajikkeelle kasvinjalostajaoikeuksia. Jotta lajikkeen markkinointi olisi mahdollista Suomessa/EU:ssa, sille koottiin virallisesti tunnustettu kuvaus MTT/Luke Piikkiön kasvatuskokeiden yhteydessä. (Laamanen, 2019c; Haikonen, 2019) Vuonna 2017 hyväksytyn kuvauksen yksittäiset ominaisuudet ovat poimintoja DUS-kartoituksesta. Lajike on täysin remonttoiva eli jatkuvasatoinen lajike, joka muodostaa kukka-aiheita pitkän päivän olosuhteissa. Jotkin jatkuvasatoiset lajikkeet kehittävät kasvukauden aikana kaksi satoa. (Matala, 2006, s. 35). Ria puolestaan tuotti kokeessa satoa suhteellisen tasaisesti kevästä syksyyn. Lajike kuvataan terveydeltään ja talvenkestoltaan hyväksi (Luonnonvarakeskus, n.d.).

Polka on vanha, vuonna 1987 IVT Wageningen kasvinjalostusinstituutissa, Hollannissa kehitetty lajike. Virallinen lajikekuvaus vuodelta 1988 jäljittelee nykyistä DUS-kuvausta. Siitä puuttuu joitakin nykyisen kuvauksen mukaisia ominaisuuksia. Sen sijaan siinä huomioidaan esimerkiksi marjan maku. Lajikkeella on ylivertainen asema suomalaisten ammattiviljelmien käytetyimpänä taimilajikkeena. Hedelmän- ja marjanviljelijäinliiton vuonna 2016 teettämän kyselyn mukaan sen osuus käytetyistä lajikkeista oli noin 70 % (Moilanen, 2018, s. 4).

5.2 Kokeen perustaminen

Jokioisten aitoustarhaa alettiin suunnitella vuonna 2017 Laukaan toiminnan loppuessa. Tarha perustettiin maatalouden esittelypuisto Elonkierron yhteyteen, Ojaisten lohkolle. Aitoustarha on aidattu koealue (4340 m²), johon yleisöllä ei ole pääsyä. Alueelle johdettiin vesijohto kastelun turvaamiseksi. Vesi Elonkiertoon tulee Jokioisten kunnan vesijohtoverkosta. Turpeella paranneltuihin muovikatteisiin mataliin harjupenkkeihin asennettiin tihkukastelujärjestelmät. Perustusvaihe edellytti myös maa-analyyysien huomioimista maanparannuksen ja lannoituksen optimoimiseksi. Maa-analyyysin mukaan lohko on sekä hiuesavea että aitosavea, ja multavuusluokka on runsasmultainen. Mansikkarivejä varten suunnatulla alueella pääravinne fosforin viljavuusluokka oli tyydyttävä. Näin oli myös hivenravinne boorin ja sinkin osalta. Rikin pitoisuus oli luokassa huononlainen. Loput ravinteet olivat joko luokassa hyvä tai korkea. Maan happamuus oli 6,2 ja johtoluku 0,8 mS/cm. Mansikan perustuslannoituksen osalta päädyttiin YaraMila Hevi3 -lannoitteeseen (11:4,6:18), jossa on runsaasti hivenravinteita. Kasveille ei annettu ylläpitolannoitusta.

Tutkimusasetelma toteutettiin satunnaistetulla lohkokokeella, jossa oli kolme kerrannetta. Mansikkapenkkirivit olivat 53 metriä pitkiä ja metrin levyisiä. Riviväli oli kaksi metriä. Riviväleihin kylvettiin siemenseos (Griino Pro, nurmikkosiemenet ammattikäyttöön, S.G. Nieminen). Jokaisessa rivissä oli 50 koeruutua, johon lajikkeet (14 kpl) sijoituivat. Jokaisesta lajikkeesta oli 24–72 tainta käytetyn kasvupistemäärän mukaisesti (kahdesta kuuteen ruutua). Saman lajikkeen koeruudut olivat jokaisessa kerranteessa vierekkäin, kasvupisteittäin satunnaistetussa järjestyksessä. Rivien molemmissa päissä oli suojaruudut. Yksi ruutu piti sisällään neljä saman lajikkeen ja saman kasvupisteen yksilöä. Taimet istutettiin tässä kokeessa neliön muotoon, kun taas Laukaan kokeissa taimet ruudussa olivat rivissä. Taimiväli oli 25 cm ja ruudut (1 m) olivat peräkkäin siten, että edellisen ruudun viimeisestä seuraavan ruudun ensimmäiseen taimeen oli mittaa noin 70 cm. Ruutujen merkintään käytetyistä kylteistä kävi ilmi ruudun juokseva numero sekä lajike. Taimet tuotiin Haapastensyrjästä Jokioisiin 14.6. 2018, ja ne istutettiin saman päivän aikana. Lumotar-lajikkeiden ruudusta 146 vaihdettiin myöhemmin yksi heikko taimi. Varataimet poistettiin heinäkuun alkupuolella, kun kasvuunlätöhavainnot olivat sen sallineet.

5.3 Hoito- ja tarkkailutoimenpiteet kokeen aikana

Ennen talven tuloa mansikkarivit suojattiin harsolla (17 g/m², 10,5 x 100 m). Harso levitettiin, kun vuorokauden keskilämpötila on ollut viikon ajan alle 9 °C. Talvikauden ajan tarhan kunto käytiin tarkastamassa viikoittain. Keväällä harson poiston jälkeen kasvusto harjattiin. Mansikkakasvuston ylläpidossa tärkein hoitotoimenpide oli kastelu. Istutusvuonna 2018 se toteutettiin sadettamalla. Vuonna 2019 kastelu tapahtui tihkukastelulla. Kesällä tarhaan saatiin paristokäyttöinen Galcon kastelun ohjausyksikkö. Se helpotti esimerkiksi tarvittavia viikonloppukasteluita, jotka asetettiin käynnistymään automaattisesti. Muuten kastelut annettiin pääasiassa manuaalisesti. Hoitolannoituksia mansikoille ei tehty. Lisäksi rivivälit on ajettu leikkurilla ja rivit kitketty. Rivivälien rikkakasvina voimakaskasvuisen apila levittäytyi herkästi riveihin. Rönsyt poistettiin ensimmäisen keran kasvukauden jälkeen istutusvuonna.

Varmennettu taimimateriaali on lähtökohtaisesti vapaata tuholaisista ja taudeista. Mahdolliset kasvintuhoojat tulevat tarhaan ympäristöstä ja ihmisten mukana. Koealueella ylimääräinen liikkuminen pidettiin vähäisenä. Hoito- ja havaintotehtävissä oli pääsääntöisesti kaksi työntekijää. Koekasvustolle tehtiin alkukesästä kahteen kertaan vaticokeet tuholaisien määrän havainnoimiseksi (22.5. ja 5.6.). Huomionarvoista oli ripsiäisten (*Thripidae*) esiintyminen 68 %:ssa näytteistä (40 ruutua). Kasvukaudella 2019 mansikkaviljelmillä yleisesti vaivanneet ripsiäiset eivät aiheuttaneet kuitenkaan merkittävää vioitusta tässä kokeessa. Kasvukauden mittaan silmämääräisiä merkittävimpiä tuholaishavaintoja olivat runsas luteiden (kuten marjalude – *Dolycoris baccarum*) määrä sekä vattukärpäskään (*Anthonomus rubi*) tuhot. Vaticokeissa näistä oli vain muutama yksittäinen havainto. Luteiden aiheuttamien nappipäisten marjojen määrää ei eritelty. Kärsäkkäiden olemassaolosta kertoivat puolestaan katkenneet nuput. Kirvoja (*Aphididae*) esiintyi jonkin verran, mutta myös niiden luontaisia vihollisia leppäpirkkoja (*Coccinellidae*) toukkavaiheineen oli runsaasti loppukaudesta erityisesti uusilla riveillä. Yksi kesän erikoisuus oli isoraitayökkösen (*Orthosia incerta*) toukat, jotka havaittiin alkukesästä läheisen geenivaratarhan omenapuissa. Mansikkakokeessa satunnaiset yksilöt eivät aiheuttaneet suurta vahinkoa kasvustolle. Tuholaisistorjuntoihin ei ollut tarvetta.

Tautien osalta ensimmäisenä kiinnitettiin huomiota lehtien laikkuisuuteen ja muihin poikkeamiin värityksessä. Useammalla lajikkeella on esiintynyt kasvukauden mittaan mansikan rengaslaikkuun (*Mycosphaerella fragariae*) viittaavia punertavia muodostumia. Epämääräisiä oireita ei voitu varmentaa rengaslaikkuksi. Sen sijaan elokuun lopussa tehdyssä uusien taimien (aitouskoe 2019) kuntokartoituksessa esiintyi selvästi rengaslaikulle tyypillisempiä laikkuja. Esimerkiksi Lumotar-lajikkeella laikkuja esiintyi myös vanhemmassa havaintokasvustossa. Alkukesästä samalla lajikkeella havaittiin laajasti lehden pinnalla ja lehtisuonissa tummanpunertavaa väritystä. Tämä on lajikkeelle ominaista ja tunnistettu ominaisuus, jo-

ka viittaa todennäköisesti häiriöön ravinnetasapainossa (Laamanen 2019b). Harmaahome (*Botrytis cinerea*) pilasi joidenkin lajikkeiden kohdalla merkittävän osan sadosta, josta selkeimpänä esimerkkinä Senga Sengana. Edelliseltä kasvukaudelta jäänyt kasvijäte sekä muutamat sadejaksot pahensivat tilannetta tiiviissä kasvustossa. Mansikan härmää (*Sphaerotheca alchemillae*) kokeessa ei havaittu, vaikka mukana olivat härmälle alttiit lajikkeet Polka ja Honeoye. Härmän kaltaisia oireita esiintyi useilla lajikkeilla. Marjoissa esiintyi jonkin verran myös muita erinäisiä tautioireita. Torjuntaruiskutuksia kasvukaudella ei tehty.

Keväällä tarhaan laitettiin myyränsoja kololöytöjen seurauksena. Useampi myyrä jäi ansoihin loukkuun. Myyrät eivät kuitenkaan aiheuttaneet näkyvää tuhoa kasvustoille. Kokeen kannalta suurimmaksi ongelmaksi muodostuivat linnut, jotka söivät paikoittain suuren osan marjoista. Ruutuja varten oli rakennettu suojaverkot. Ne asetettiin jokaisen ruudun päälle marjojen alkaessa kypsyä. Suojat osoittautuivat pituussuunnassa liian lyhyiksi, sillä linnut pääsivät verkon päädyistä sisälle. Ne onnistuivat nokkimaan marjoja myös yläkautta verkon läpi. Lintujen aiheuttamien tuhojen torjunnassa kokeiltiin pelättimiä tuloksetta. Opinnäytetyön havaintolajikkeista lintutuhoista kärsi erityisen paljon Lumotar.

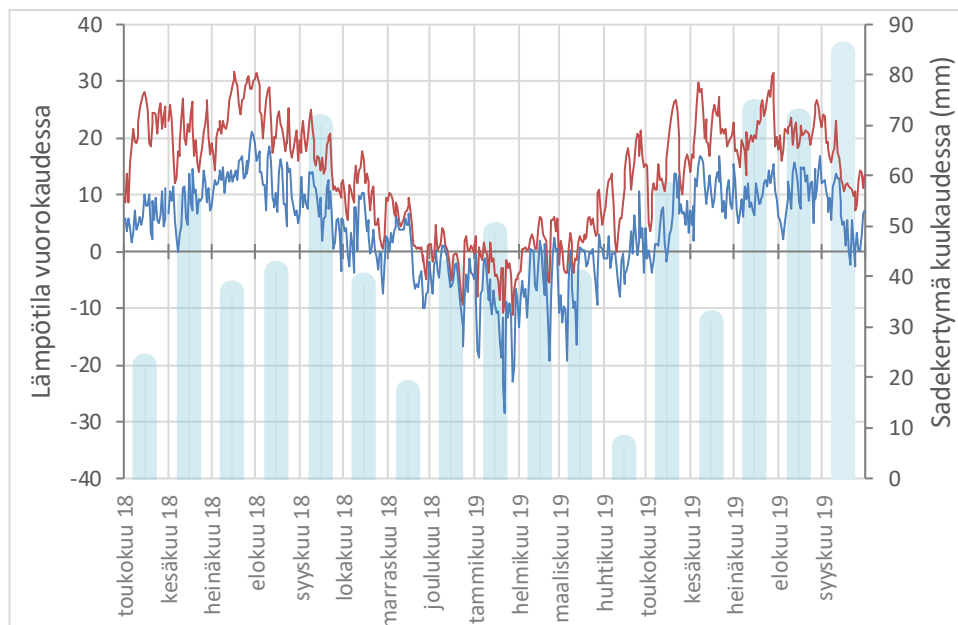
5.4 Kasvukauden sääolosuhteet

Vuoden 2018 tehoisa lämpösumma Jokioisissa oli ennätyskorkea, 1728 astetta. Vuonna 2019 tehoisa lämpösumma oli 1447 astetta. Lämpösumman kumulatiivinen kasvu kuukaudessa touko- ja elokuun välisenä aikana oli vuonna 2018 keskimäärin 377 astetta ja seuraavana vuonna 344 astetta. Ero kuukausittaisessa kertymässä on pieni, mutta erotus näiden kuukausien ja vuosien tulosten välillä on keskimäärin 158 astetta. Vuoden 2018 lämpösumma oli 16–86 % korkeampi vuosien välisessä vertailussa touko-elokuu välisellä jaksolla. (Taulukko 1) Vuonna 2018 hellepäiviä oli enemmän ja tasaisemmin. Heinäkuu oli kaikkein lämpöisin kuukausi (ka. 20,3 °C). Vuonna 2019 yksittäisiä lämpöpiikkejä oli vähemmän. Kesä- heinä- ja elokuu olivat lämpöolosuhteiltaan tasaisia (ka. 16,2 °C), joista kesäkuu oli lämpimin (16,7 °C) ja selvästi vähäsateisin (31 mm). Muut kesäkuukaudet olivat edellisvuoteen verrattuna selvästi runsas- teisempia. (Kuva 6)

Taulukko 1. Tehoisa lämpösumma ja sadekertymä kasvukaudella 2018 ja 2019 Jokioisissa. (Farmit.net, n.d.; Ilmatieteenlaitos, n.d.)

	JOKIOINEN 2018		JOKIOINEN 2019	
	Lämpösumma (°C)	Sadekertymä (mm)	Lämpösumma (°C)	Sadekertymä (mm)
Toukokuu	286	23	154	56
Kesäkuu	578	55	499	31
Heinäkuu	1039	37	852	73
Elokuu	1416	41	1183	71
Syyskuu	1636	70	1406	84
Lokakuu	1706	39	1447	46

Terminen kasvukausi alkoi vuonna 2018 huhtikuun 27. päivä päättyen lokakuun 23. päivä. Termisen kasvukauden pituudeksi tuli 180 vuorokautta. Koko vuoden sadekertymä oli 434 mm. Pysyvä lumipeite muodostui joulukuun puolivälissä ja oli korkeimmillaan 52 cm helmikuun alussa. Tammikuu oli kylmin kuukausi (ka. $-6,2$ °C). Korkeimmillaan pakkaslukemat olivat -20 ja -30 asteen välimaastossa. Ria-lajikkeen koeaineistosta 32 % kärsi talvivaurioista. Lumotar-lajikkeella vaurioituneita taimia oli 14 % ja Polka-lajikkeella 4 %. Kukinta sijoittui toukokuun loppuun ja kesäkuun alkuun. Poikkeuksellisesti jatkuvasatoisen Ria-lajikkeen ensimmäiset kukintahavainnot tehtiin 9.5. 2019. Vuonna 2019 termisen kasvukauden päättyminen oli poikkeuksellinen. Sadekertymä oli 577 mm.



Kuva 6. Vuorokausikohtaiset lämpötiläkäyrät (alin ja ylin) sekä kuukauden sadekertymädiagrammit toukokuun 2018 ja syyskuun 2019 välisenä aikana Jokioisissa. (Ilmatieteenlaitos, n.d.)

5.5 Aitouskokeen havainnot

Aitouskokeesta tehtävät havainnot on tehty vuodesta toiseen lähes yhtäläisen menetelmäohjeen mukaisesti. Lainsäädännön muutoksen myötä valittiin muutamia DUS-testauksen havaintoja. Ensimmäiset havainnot tehtiin istutusvuoden syksyllä, kun kunto kirjattiin asteikolla 0–2. Talvivaurioiden arviointiin käytettiin asteikkoa 0–3. Kukinnan alku kirjattiin päivämäärän tarkkuudella, kun ensimmäinen kukka oli täysin auki ja seuraavat aukeamassa. Kukista arvioitiin myös terälehtien ulkopinnan väri (1=vihertävän valkoinen, 2=valkoinen, 3=vaaleanpunainen, 4=punainen). Kasvutapa arvioitiin vaihtoehdoista lamoava (1), keskinkertaisen pystykasvuinen (2) tai pystykasvuinen (3). Havainnot tehtiin kasvikohteisesti.

Ensimmäisten marjojen alkaessa kypsyään, ruudun kolmesta kasvista (nro 1–3) kerättiin erikseen kukkavanat. Jokaiselle kerättävälle kasviyksikölle oli etukäteen nimetty paperipussi, josta kävi ilmi kasvin tiedot. Kukkavanamäärät merkattiin vanojen leikkaamisen yhteydessä pussiin. (Kuva 7a) Kukkavanat säilyivät kylmiössä (noin 5 °C) useamman päivän ajan. Raakileet lajiteltiin normaaleihin ja epämuotoisiin. Epämuotoisiksi marjoiksi laskettiin pinnalta epätasaiset marjat, kuten luteiden vioittamat nappipääät. Nuppuasteella olevista hyvin pienistä raakileista pystyi arvioimaan kehityksen suunnan. Määrät huomioineen kirjattiin ylös. Huomiot painottuivat kärsäkäs vioituksiin, homeisiin ja linnunsyömiin marjoihin. Joissain lajikkeissa oli myös poikkeuksellisen paljon nuppuja, erityisesti lajikkeilla Valotar, TTA-906 sekä Korona.



Kuva 7. Vasemmalla (7a) kukkavanojen pussittaminen, oikealla (7b) Polka-lajikkeen kasvupisteiden marjat arvioitaviksi (Kaitala 2019)

Kauppakelpoiset marjat arvioidaan kasvupisteittäin ruudun yhdestä kasvista (nro 4). Saman kasvupisteen marjat kolmesta kerranteesta kerättiin samaan rasiaan. (Kuva 7b) Arvioitavat ominaisuudet olivat marjan muoto sekä väri kymmenestä marjasta. Muodon määrittämiseen käytettiin virallisissa lajikekuvauksissa käytettyä muotovalikoimaa. Värimäärittämisessä oli käytössä erillinen 8-portainen asteikko (Ctifl Fraise strawberry, Color code for experimentation ends). Keskimääräistä satoa sekä yksittäistä marjapainoa määritettiin punnitsemalla kaikki kauppakelpoiset marjat. Kokeen aikana marjat arvioitiin keräyspäivänä, mutta väliajat ne säilytettiin kylmiössä. Poimintakertoja oli yhteensä 12, joista ensimmäinen oli 26.6. 2019 ja viimeinen 29.7. 2019. Lajikkeiden sadontuottotapa todettiin joko kausi- tai jatkuvasatoiseksi. Satokauden jälkeen kasvustosta arvioitiin härmäsaastunnat asteikolla 0–4. Koeaineisto olisi tarkastettu tarkemmin, jos tautialttiudessa olisi epäilty eroja. Merkittävät tuholaishavainnot arvioidaan tapauskohtaisesti. Ennen kokeen lopetusta rönsyjen määrät laskettiin kasvupisteittäin ruudun neljännessä taimesta.

5.6 DUS-havainnot

UPOV:in ohjeistuksessa (UPOV, 2012) on mansikalle yhteensä 48 havaintoa. Havainnot 1–27 sekä 46–48 koskevat kasvustoa, kukintaa ja rönsyjä, havainnot 28–45 marjoja. Havainto numero 10 (lehden pinnan kupruilu) tulokset on hylättävä käännösvirheestä johtuneen ominaisuuden väärän tulkinnan vuoksi. Havainnon numero 31 (päätemarjan ero muodossa suhteessa muihin marjoihin) tuloksiin on suhtauduttava varauksella, sillä ominaisuus on arvioitu ainoastaan ruudun yhden kasvin perusteella (kasvi nro 4) vaiheessa jossa kolmen muun kasvin kukkavanat oli jo käsitelty.

5.7 Kasvihuonehavainnot

Kasvihuoneolosuhteissa mansikoiden aitoushavainnot tehdään aloitusmansikoista. Aloitusemansikoiden käsittelyprosessi on esitetty luvussa 2.6. Rönsyjen yhteismäärä kirjataan 25-paikkaisen alustan taimista. Alustan taimet ovat samaa lajiketta ja samaa kasvupistettä. Rönsyt muodostuvat pian turpeelle koulinnan jälkeen. Ajoitus on näin ollen marras-joulukuun vaihteessa, viimeistään uusien aloitusten ottamisen yhteydessä. Kukinnan ja rönsyämisen aloitusajankohta sekä ensimmäiset kypsyvät marjat havainnoidaan viikkotasolla. Marjahavainnot tehdään neljästä ruukute-tusta aloitusyksilöstä, jotka on eriytetty kasvupisteittäin osaston viisi kasvatuspöydille välilevyillä. Marjontahavainnoja varten kukat pölytetään. Siihen käytetään lajikkeen omaa siitepölyä virusten varalta. Marjontaan liittyvien havaintojen teko ajoittuu touko-kesäkuulle hyötövaiheeseen. Ensimmäisen asteen marjojen kypsyttyä kukkavanamäärä kirjataan yksilöittäin, irrotettu vana valokuvataan ja lasketaan raakileiden määrä. Nämä ensimmäiset marjat (tavallisesti 3–4 kpl/yksilö) halkaistaan ja painetaan puolikkaasta marjaprintti havaintolomakkeeseen. Samalla marjojen laadusta annetaan lyhyt kirjallinen kuvaus. Opinnäytetyötä varten rönsymäärät on haettu Haapastensyrjän arkistosta.

5.8 Tulosten analysointi

Lajikeaitouden aiemmista kenttäkokeista valittiin opinnäytetyössä tarkasteltavaksi kukkavana- ja raakilemäärät. Raakileet on luokiteltu normaaleihin ja epämuotoisiin. Tuloksissa esitetyt vuodet ovat aitouskokeen istutusvuosia. Jokioisten aitouskoetta 2018 (–2019) edeltäneiltä vuosilta esitetyt tulokset ovat Laukaan aitouskokeista, joista data oli digitaalisessa muodossa. Kasvihuonekokeista valittiin tarkasteluun aloituskasvien rönsymäärät. Tiedot haettiin paperiarkistoista samojen lajikkeiden ja vuosien osalta. Rönsyjä koskevat tulokset ovat Laukaassa ja vuoden 2018 tulokset Haapastensyrjässä kasvatetuista aloituskasveista.

Aitouskokeessa lajikkeen sisäistä vaihtelua tarkastellaan vuosittain kasvupistetasolla. Jokaiselle Luken ylläpitämälle mansikkalajikkeelle on sukupuu, josta selviää tuotannossa käytetyt kasvupisteet. Opinnäytetyötä varten muodostettiin kasvupistelinjat, jotta tulosten esitystapa olisi looginen ja helpommin vertailtavissa. Kasvupistelinjat esitetään niin pitkältä ajalta, kun nykyinen kasvupiste periytyy vanhasta. Tämän perusteella määräytyivät vuodet, joiden dataa työssä verrataan vuoteen 2018.

Tulosten käsittelyn ensimmäinen vaihe oli koostaa Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla kaikki Lumotar-, Ria- ja Polka-lajikkeita koskeva data kukkavanojen ja raakileiden osalta. Havaintovuosien osalta tiedot käsiteltiin Pivot-taulukkotyökalulla. Viivakaaviot laadittiin kukkavanojen ja raakileiden keskiarvoista ja -hajonnoista. Tilastollinen analyysi tehtiin JMP Pro 14 tilasto-ohjelmalla koostetulle kukkavana ja raakiledatalle. (Liite 2 ja 3) Tilastollinen analyysi tehtiin ruutukohtaisilla keskiarvoilla, joten vuosittaisia tuloksia jokaisesta kasvupistelinjasta oli kolme kerrannemäärän mukaisesti. Aloituskasvien keskimääräisistä rönsymääristä kasvihuoneella tehtiin myös kuvaajat. DUS-kartoituksen havainnot koottiin yhteen ja muodostettiin frekvenssitaulukot kuvaajineen. Pääsääntöisesti kasvustohavaintoja on lajikkeilla Ria 34, Lumotar 36 ja Polka 71 kappaletta. Vastaavasti marjahavainnoissa Lumotar 85, Ria 92 ja Polka 329 kpl. (Liite 4)

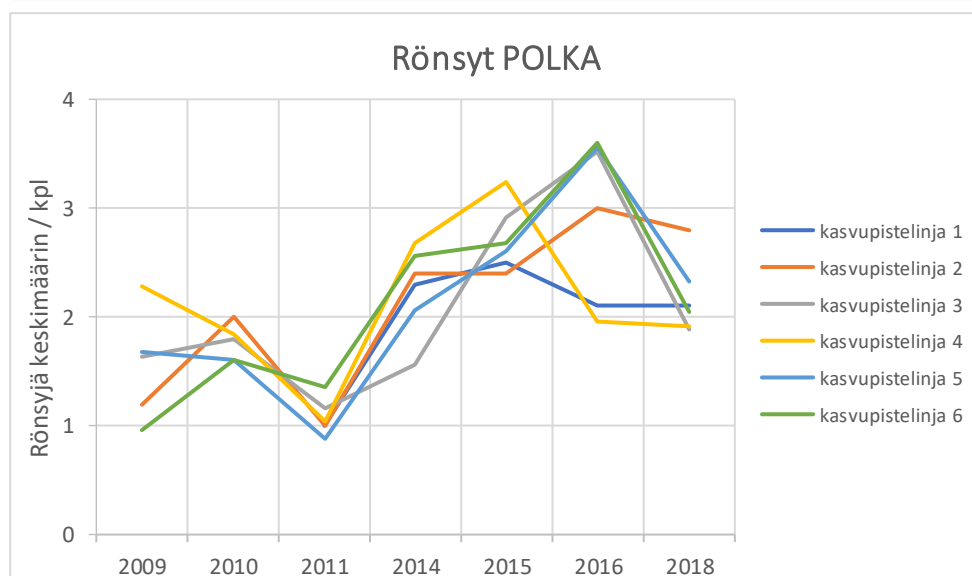
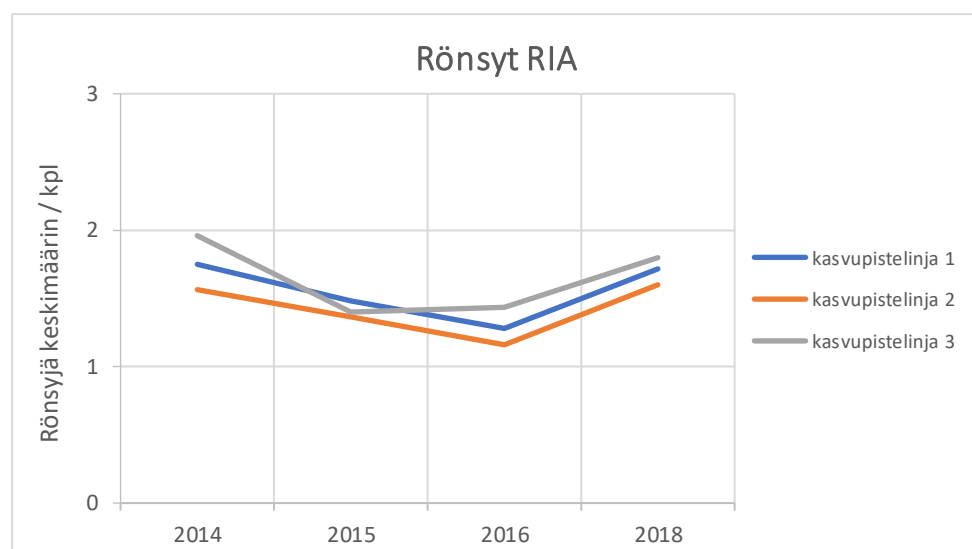
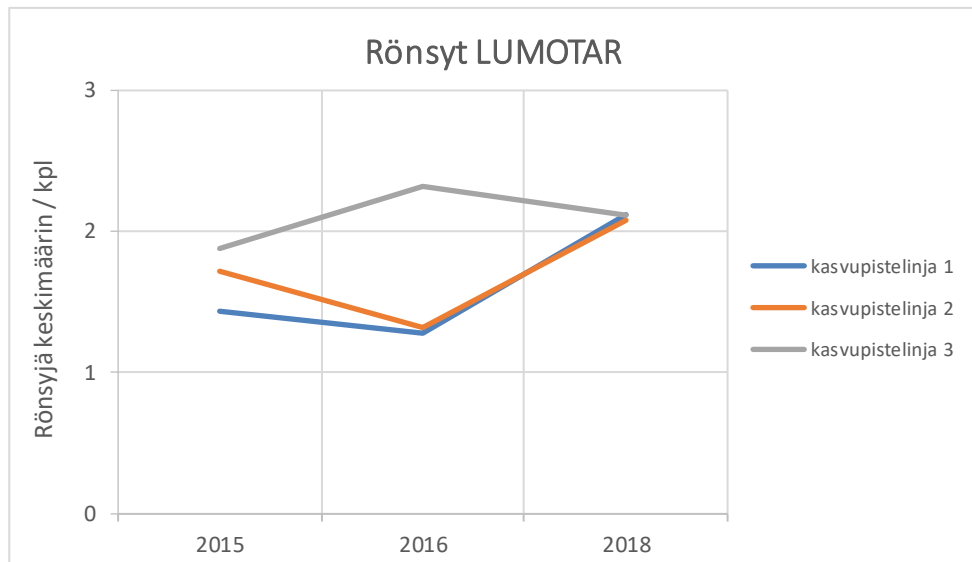
6 TULOKSET

Kaikki tulokset on esitetty kasvupistelinjoittain. Yhden linjan kasvupisteet ovat eri vuosina otettuja aloituksia eli esiperusemokasvista mikrolisäystä varten otettua kasvupisteen sisältävää meristeemisolukkoa. Aloitukset toimivat lähtömateriaalina uusille esiperusemokasveille, joista kloonatut yksilöt monistuvat tuotantoketjun kautta lopulta varmennetuiksi käyttötaimiksi. Aloitukset muodostavat jatkumon kasvupisteiden välille, sillä linjan kasvupisteet periytyvät edeltävästä esiperusemokasvista. Vähintään kolme eri emokasveista periytyvää kasvupistelinjaa mahdollistaa yksittäisen lajikkeen sisäisen vertailun tutkituilla lajikkeilla.

6.1 Aloituskasvien rönsyntuotto kasvihuoneella

Lumotar- ja Ria-lajikkeilla keskimääräinen rönsyntuotto on yhdestä kahteen rönsyä tainta kohti. (Kuvaaja 1a ja 1b) Polka-lajikkeella vaihteluväli on 1–4 rönsyä/taimi. (Kuvaaja 1c) Havaintovuosien osalta kaikki kolme lajikkeetta tuottavat keskimääräin noin kaksi rönsyä yhtä tainta kohden.

Rönsyntuotossa on selkeää vuosittaista vaihtelua. Etenkin vuonna 2016 havaittiin epätasaisuutta Ria- ja Polka-lajikkeiden kasvupisteiden välisessä rönsyntuotossa. Nämä erot tasaantuivat kuitenkin seuraavana vuonna.



Kuvaaja 1. Lumotar-, (1a) Ria- (1b) ja Polka-lajikkeiden (1c) keskimääräinen kukkavanojen määrä kasvupistelinjoittain. Istutusvuoden 2018 tulokset ovat Jokioisista ja aiemmat Laukaasta.

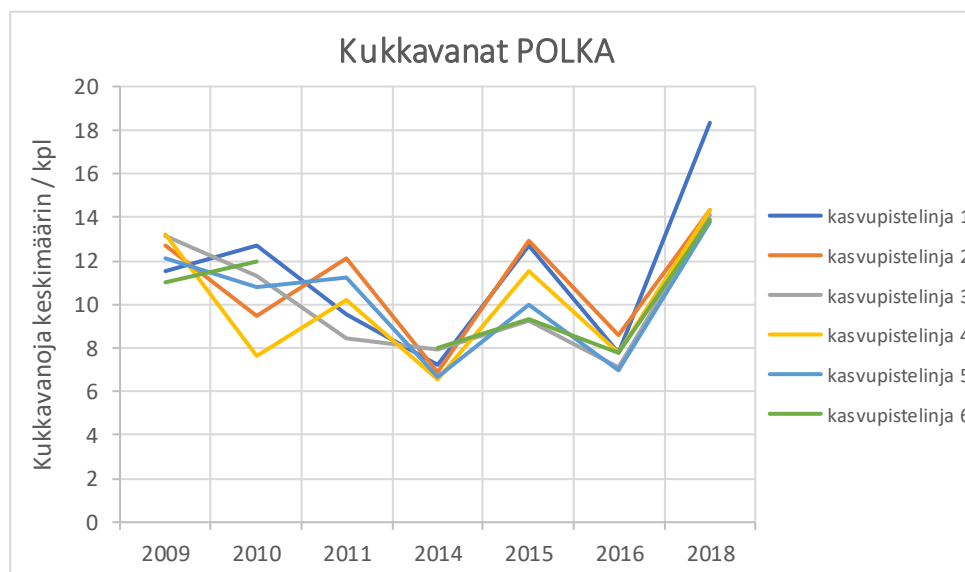
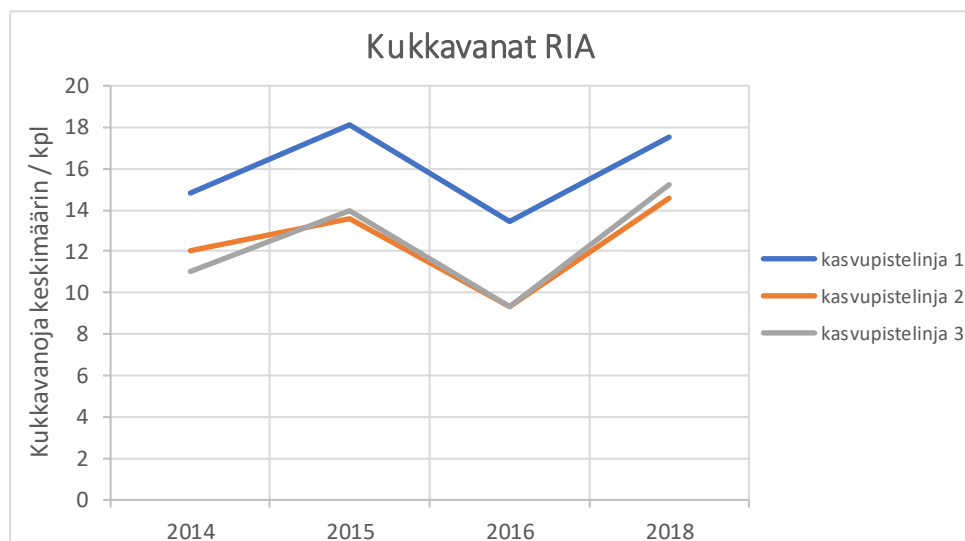
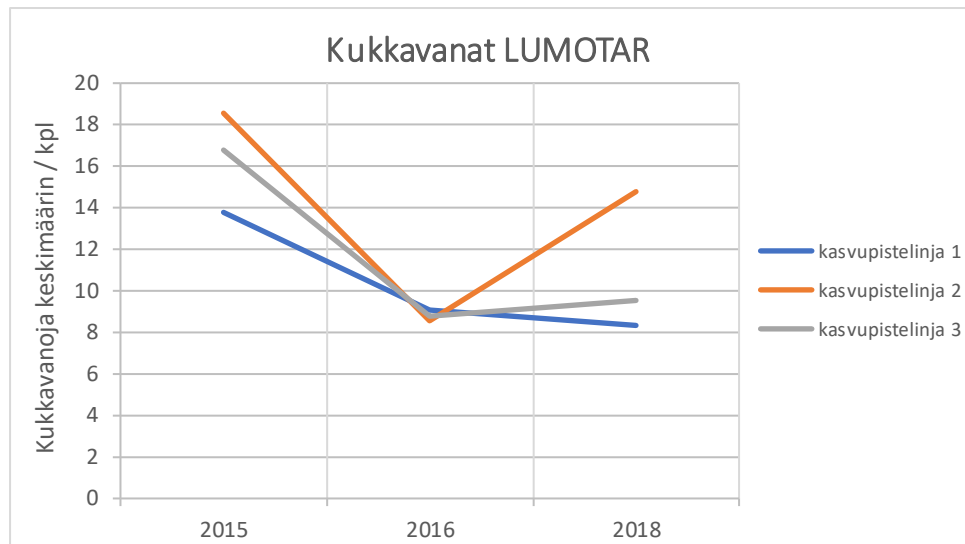
6.2 Raakile- ja kukkavanamäärät kasvupistelinjoissa kolmella lajikkeella

Istutusvuosi selittää tuloksia parhaiten. Istutusvuosi antaa sekä yksisuuntaisessa että kaksisuuntaisessa varianssianalyysissä tilastollisesti merkitsevän tuloksen ($p < 0,01$) kolmen lajikkeen kaikille muuttujille. Polka-lajikkeelta puuttuvat linjan numero 6 tulokset vuodelta 2011, joten kaksisuuntaista varianssianalyysia varten kyseisen vuoden tuloksia ei otettu mukaan analyysiin.

Aitouskokeen istutusvuosi 2018 oli poikkeuksellinen koepaikan vaihtuessa Laukaalta Jokioisiin. Ria- ja Polka-lajikkeet tuottivat kukkavanoja enemmän kuin aikaisempina vertailuvuosina. (Kuvaaja 2b ja 2c) Kukkavanojen määrä lisääntyi vähintään 4 ja jopa 47 prosenttia kasvupistelinjasta riippuen lajikkeella Ria ja vastaavasti lajikkeella Polka 21 ja 106 prosenttia. Nämä lajikkeet tuottivat normaaleja raakileita keskinkertaisella tasolla aiempiin vuosiin nähden. Lumotar-lajikkeella normaalien raakileiden määrä on laskenut jyrkästi ja istutusvuoden 2018 tulos oli selvästi heikoin. Kaikilla kolmella lajikkeella epämuotoisten raakileiden määrän kasvu istutusvuonna 2018 oli voimakasta. Keskimääräisen raakiletuotannon tulokset on esitetty Liitteessä 5.

Pääsääntöisesti kasvupistelinjojen välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Poikkeuksena on Ria-lajikkeen 1. linja, johon parittainen vertailu osoitti tilastollisesti merkitsevän eron ($p < 0,01$) suhteessa kahteen muuhun kasvupistelinjaan kukkavanojen määrässä. Keskimäärin ero kahteen muuhun linjaan on neljä kukkavanaa. Linjan 1 keskimääräisesti korkeampi kukkavanojen muodostumisen vaikutus ilmeni myös normaalisti muodostuneiden raakileiden määrässä, jossa tilastollisesti merkitsevät erot löytyivät 1 ja 3 linjan ($p < 0,01$) ja 1 ja 2 linjan ($p < 0,05$) välille. Myös Lumotar-lajikkeella oli kukkavanoissa ja epämuotoisten raakileiden määrässä kasvupistelinjojen välillä merkitsevää eroa, mutta tämä ei näkynyt normaalien raakileiden määrässä.

Tilastollinen analyysi osoitti myös, että kerranteiden välinen ero ei ole merkitsevä. Se kertoo koepaikan sopivuudesta aitouskokeiden toteutukseen. Myöskään istutusvuoden ja kasvupistelinjan välinen yhdysvaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä. Kasvupistelinjojen käyttäytyminen on näin ollen ollut johdonmukaista eri olosuhteissa. Yhdysvaikutukset on esitetty Liitteessä 6.

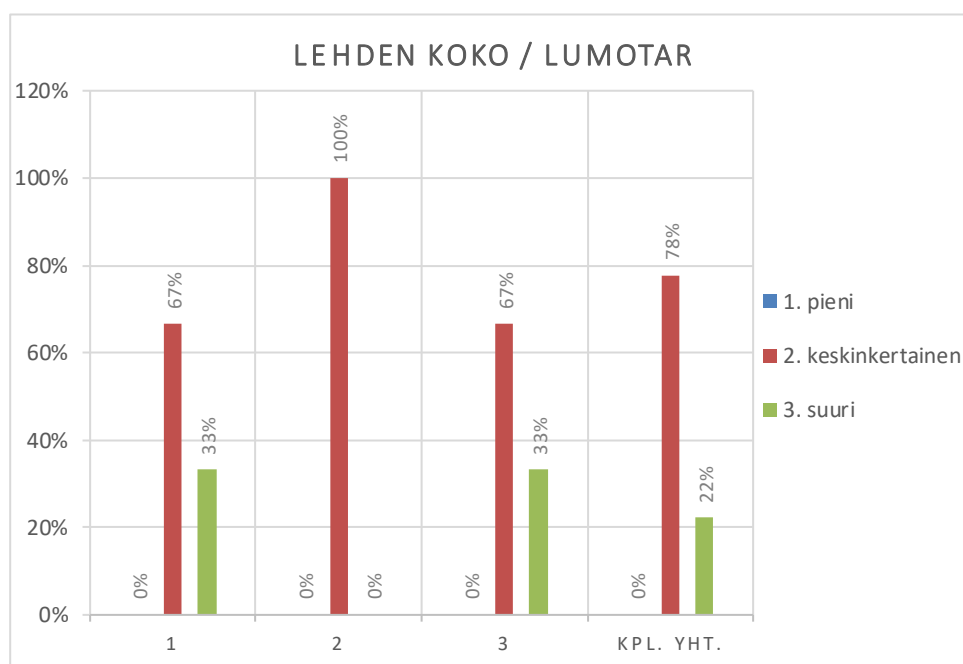


Kuvaaja 2. Lumotar-, (2a) Ria- (2b) ja Polka-lajikkeiden (2c) keskimääräinen kukkavanojen määrä kasvupistelinjoittain. Istutusvuoden 2018 tulokset ovat Jokioisista aiemmat Laukaasta.

6.3 UPOV ohjeella tehdyt DUS-havainnot

Kansainvälisen kasvilajikkeiden suojaamista edustavan järjestön (UPOV) laatiman puutarhamansikan DUS-havaintojen ohjeistuksen mukainen kartoitus tehtiin tässä opinnäytetyössä Lumotar-, Ria- ja Polka-lajikkeille. Osa ominaisuuksista sai ainoastaan samoja tai vain muutamia poikkeavia arvoja ja osassa ominaisuuksista oli enemmän vaihtelua. (Taulukko 2) Poikkeavien tulosten kynnyсарvo on viisi. Havaintojen määrä yhtä ominaisuutta kohden riippui lajikkeen kasvupistemäärästä ja lajikekohtaisesta marjantuotannosta. Frekvenssikuvaajat on esitetty lajikkeittain Liitteissä 7–9.

Kasvustoon liittyvissä havainnoissa arvot jakautuivat tasaisemmin, kun taas marjahavainnossa ominaisuuksien välillä oli paljonkin hajontaa. Havainnot, joissa jokaisella lajikkeella vähintään kaksi eri arvoa ovat jakautuneet noin 40:60 prosentin suhteella ovat kukan halkaisija, marjan koko sekä marjan hedelmälihan väri. Kahdella lajikkeella saman vaatimuksen täyttäviä havaintoja ovat kasvutapa, lehden kiiltävyys, lehtiruodin pituus, kukkien määrä ja marjan muoto.



Kuva 9. Lumotar-lajikkeen linja 2 erottui DUS-havainnoissa esimerkiksi keskimäärin pienemmällä lehtikoolla. Ominaisuudessa havaintojen yhteismäärä oli 36.

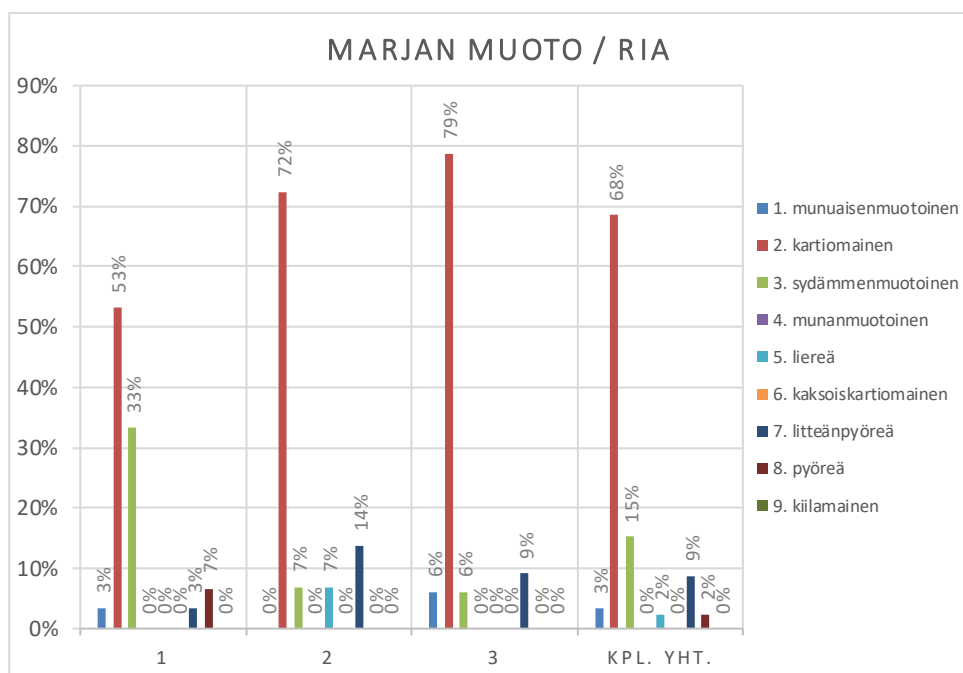
Lumotar-lajikkeen linja 2 tuotti vuonna 2018 enemmän kukkavanoja. Kahteen muuhun linjaan verrattuna se erosi jonkin verran lehden koossa (8, pienempi) (Kuva 9), lehden kiiltävyydessä (11, heikompi), kukan verhiön koossa suhteessa teriöön (23, hieman suurempi), marjan muodoissa eroja (30, useita munuaisenmuotoisia ja sydämenmuotoisia, ei litteänpöyreitä tai pyöreitä) sekä marjan kiiltävyydessä (34, hieman vahvempi).

Taulukko 2. Puutarhamansikan aitouskokeesta (2018–2019) saatujen tulosten lajiketason luokittelu havainnoista, joissa poikkeavia tuloksia on viisi tai alle (-) sekä havainnot, joissa vaihtelua on enemmän (x). Havainnon numero 10 tulokset on hylättävä ominaisuuden väärän tulkinnan vuoksi (*). Myös havainnossa nro 31 (päätemarjan ero muodossa suhteessa muihin marjoihin) otos oli poikkeuksellisesti suhteellisen pieni.

HAVAINTO	Lumotar	Ria	Polka
1. kasvutapa	x	x	x
2. lehdistön tiheys	x	-	-
3. elinvoimaisuus	x	x	x
4. kukintojen sijainti suhteessa lehdistöön	x	-	-
5. rönsyjen määrä	x	x	x
6. rönsyjen antosyaaniväriytyneisyys	-	x	x
7. rönsyjen karvapeitteen tiheys	-	-	-
8. lehden koko	x	x	x
9. lehden yläpinnan väri	-	x	x
10. lehden pinnan kupruilu*			
11. lehden kiiltävyys	x	-	-
12. lehden kirjavuus	x	x	x
13. päätelehdykän pituus suhteessa leveyteen	-	-	x
14. päätelehdykän kannan muoto	-	-	-
15. päätelehdykän reuna	-	-	-
16. päätelehdykän poikkileikkauksen muoto	-	-	-
17. lehtiruodin pituus	x	x	x
18. lehtiruodin karvojen suuntautuminen	-	-	-
19. korvakkeen antosyaaniväriytyneisyys	-	x	-
20. kukkien määrä	x	x	x
21. kukkaperän karvojen suuntautuminen	-	-	-
22. kukan halkaisija	x	x	x
23. kukan terälehtien järjestäytyminen	-	x	x
24. kukan verhiön koko suhteessa teriöön	x	x	x
25. kukan hede	-	-	-
26. terälehtien pituus suhteessa leveyteen	-	x	x
27. terälehtien yläpinnan väri	-	-	-
28. marjan pituus suhteessa leveyteen	x	x	x
29. marjan koko	x	x	x
30. marjan muoto	x	x	x
31. päätemarjan ero muodossa suhteessa muihin marjoihin	-	x	x
32. marjan väri	x	x	x
33. marjan värin tasaisuus	x	x	x
34. marjan kiiltävyys	x	x	x
35. marjan pinnan tasaisuus	-	x	x
36. marjan tyven leveys ilman pähkylöitä	x	x	x
37. marjan pähkylöiden sijainti	x	x	x
38. marjan verhiön kiinnittymisen sijainti	x	x	x
39. marjan verholehtien suuntautuminen	x	x	x
40. marjan verhiön halkaisija suhteessa marjan halkaisijaan	x	x	x
41. marjan verhiön kiinnittyminen	x	x	x
42. marjan kiinteys	x	x	x
43. marjan hedelmälihan väri (lukuun ottamatta keskusta)	x	x	x
44. marjan keskustan väri	x	x	x
45. marjan ontelo	-	-	-
46. kukinnan aloitusajankohta	-	x	x
47. marjojen kypsymisen aloitusajankohta	-	x	x
48. marjontatyyppi	-	-	-

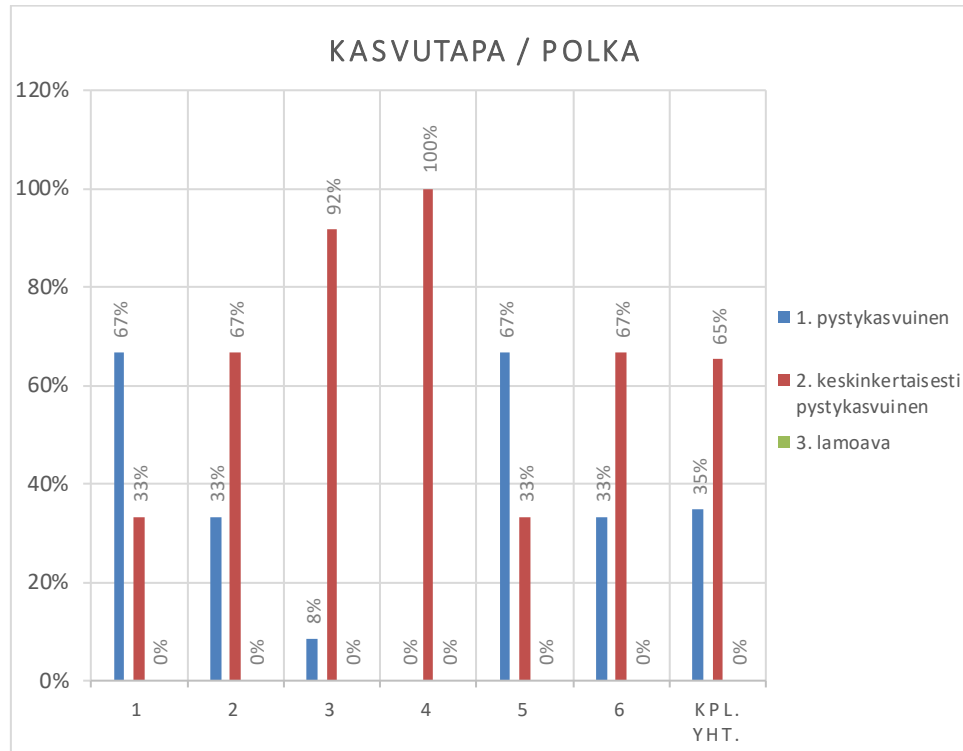
Lajikkeiden sisäisten kasvupistelinjojen tarkastelussa tilastollisessa analyysissä tilastollisesti tuottoisampi Ria-lajikkeen linja 1 ei erotu poikkeavana DUS-havainnoissa. Linja 1 saa kahteen eri kasvupisteen sisältävään linjaan nähden joitakin erilaisia tuloksia ominaisuuksista lehdistön tiheys (2), lehden kirjavuus (12), korvakkeen antosyaaniväriytyneisyys (19) sekä terälehtien pituus suhteessa leveyteen (26). Enemmän kukkavana ja sekä normaaliksi luokiteltuja raakileita muodostavana linjana on havaittavissa vain pieni ero kukkien määrässä (20) linjan 1 eduksi.

Ria-lajikkeella tuloksissa huomiota herätti erityisesti virallisesti tunnustetusta lajikekuvauksesta poikkeava muoto. Kuvauksen mukaan muodon tulisi olla kartiomaisen sijaan liereä tai kiilamainen. (Kuva 10) Linjassa 1 on myös toisia linjoja enemmän sydämenmuotoisia marjoja (10/30 kpl).



Kuva 10. Ria-lajikkeen muotoa koskevat tulokset eivät vastaa lajikekuvausta. Havaintojen yhteismäärä oli 92.

Polka-lajikkeen kasvupiste linjassa 4 havaittiin muita linjoja matalammaksi. Siihen kiinnitettiin huomiota jo Laukaan vuonna 2016 istutetussa aitouskokeessa. Matalampi kasvutapa ilmenee myös DUS-havainnoissa. (Kuva 11) Linja erottuu sen lisäksi lehtien koossa (8, pienempi), lehtiruodin pituudessa (17, lyhyempi), kukkien määrässä (20, vähemmän), kukan halkaisijassa (22, pienempi), kukan terälehtien järjestäytymisessä (23) sekä terälehtien pituudessa suhteessa leveyteen (26). Marja havainnoissa se erottuu marjan pituudessa suhteessa leveyteen (28), marjan koossa (29, pienempi), marjan muodossa (30), marjan kiiltävyydessä (34), marjan tyven leveydessä ilman pähkylöitä (36), marjan pähkylöiden sijainnissa (37) sekä marjan verhiön kiinnittymisen sijainnissa (38).



Kuva 11. Polka-lajikkeen kasvupistelinja 4 erottui keskimäärin matalimpana. Havaintojen yhteismäärä oli 72.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Vuosia jatkunut työ puutarhamansikan aitouskokeiden parissa mahdollistaa aineistojen välisen vertailun esimerkiksi kukkavana- ja raakilemäärien osalta. Vertailua helpottaa lisäksi se, että koepaikkojen kasvuolosuhteet ovat kohtalaisen hyvin tiedossa. DUS-kartoituksen tuloksissa voitiin puolestaan tarkastella ominaisuuksien yhteensopivuutta virallisen lajikekuvauksen tai virallisesti tunnustetun kuvauksen kanssa. Kansainvälisistä aitouskoetuloksista ei ole saatavilla julkaisuja.

7.1 Rönsyntuotannon arviointi aitouskokeissa

Emokasvien runsas rönsytaimien tuotanto on lisäyksen kannalta tärkeää. Aitouskokeissa tarkastellaan rönsytaimien sijaan rönsyjen määrää. Emokasvien rönsyjen tuotto kasvihuoneella kuvastaa kasvupistelinjojen erojen sijaan paremmin vuosittaista vaihtelua olosuhteissa. Erot voivat olla esimerkiksi osaston sisäisten olosuhteiden tai kasvualustan aikaansaamia. Polka-lajikkeen rönsymäärien kasvu viime vuosina aikaisempaan verrattuna voi viitata muutokseen kasvatusolosuhteissa. Tämän vuoksi rönsyjen tuotto kasvihuoneella ei ole suositeltavin parametri aitouden seurannassa, ellei taimissa ilmene selviä poikkeamia. Sen sijaan rönsyjen

muodostumisessa kenttäolosuhteista oli nähtävissä selkeitä suuntauksia. Aitoustarhassa kasvukauden 2019 pääteeksi tehtyjen laskujen mukaan matalakasvuisesta Polka linjasta neljä saadut tulokset (n=3) olivat yli puolta heikompia (ka. 4) linjojen keskimääräiseen rönsyjen tuottoon verrattuna. Näin ollen kenttäkokeista saadut rönsymäärät kannattaa ottaa osaksi aitouuskokeesta julkaistavaa raporttia.

7.2 Uuden aitouškoepaikan arviointi

Viljavuustutkimusten mukaan Laukaan ja Jokioisten koepaikkojen ravinnetila on ollut kohtalaisen hyvä, sillä mansikka on suhteellisen vaatimaton ravinteiden suhteen. Molempien koepaikkojen analyysistä voisi nostaa esille huonon magnesiumin ja kaliumin suhteen, jota pidetään tärkeänä (suositus 1:2 tai 1:1). Jokioisista poiketen Laukaassa kasvustolle annettiin keväisin pieni määrä puutarhalannoitetta. Kohteissa maan happamuus on ollut optimaalisella tasolla (pH 6–6.5). Ravinteiden riittävyys on harvoin sadontuoton minimitekijä avomaaviljelyssä. Maan ilmatila ja tasainen kosteus on mansikalle lannoitusta tärkeämpää. Tavallisesti hikevät moreeni-, hieta- ja multamaat ovat mansikalle sopivimpia. Jokioisten tarha on maalajiltaan hiue- sekä aitosavea, joka voi aiheuttaa maan tiivistymistä ja siten liian kosteuden kertymistä. Laukaalla aitoustarhan maalaji oli hietaista hiesua ja hiesuista hienoa hietaa. Nämä hienojakoiset maalajit eivät ole ominaisuuksiltaan viljelylle suotuisimpia. Ne ovat poudanarkoja maan vesivaraston jäädessä hyödyntämättä kapillaarisen liikkuvuuden ollessa heikko. Tarhoihin on lisätty turvetta maan ilmatilan ja mururakenteen parantamiseksi. (Matala, 2006, ss. 61–63, 200–202)

Kohtalaisen runsassateisen kasvukauden lisäksi havaintokasvukaudelle 2019 mansikkariveihin asennetut tihkukasteluputket takasivat riittävän kosteuden. Istutusvuonna lämpösumma kohosi ennätyskorkeaksi, mutta kastelu toteutettiin vain sadettamalla. Laukaassa ei ollut käytössä lainkaan kastelua. Istutusvuodet 2016 (Laukaa) ja 2018 (Jokioinen) olivat kasvukauden sademäärän osalta liian niukkoja mansikalle. On todennäköistä, että muovilla katetuissa penkeissä on ollut ajoittaista kosteusvajetta. (Matala, 2006, ss. 61–63, 200–202) Jokioisissa voimakas tuuli lisää haihdutusta. Jo lievä vesivaje voi laskea marjojen määrää ja keskimääräistä painoa. Myös rönsytuotantoon sillä voi olla negatiivinen vaikutus. (Massetani, 2011, s. 19) Kastelun merkitys tuloksiin voi olla suurempi kasvu- paikkojen välisessä vertailussa kuin lannoituksen tai maalajin. Kastelutarve arvioitiin ilman mittalaitteita, joka koetoiminnassa voisi olisi hyvä sijoitus (esimerkiksi tensiometri).

Sääolosuhteet ovat vuosien välisessä vaihtelussa merkittävä tekijä. Koepaikkojen sijainti aiheuttaa eron ilmasto-olosuhteissa. Keski-Suomessa kasvukausi päättyy aikaisemmin. Vertailtaessa Laukaan istutusvuotta 2016 ja Jokioisten 2018, oli kasvukausi Jokioisissa noin 20 vuorokautta pidempi. Kukinnan ja raakilevaiheen alussa lämpötiloilla on Suomen olosuhteissa suuri merkitys sadon onnistumiselle. Keväthallat aiheuttavat

ankaruudesta ja kestosta riippuen sadon myöhästymisiä, kasvuhäiriöitä ja satotappioita. Lievät hallat aiheuttavat marjojen epämuodostumista. Kukkinnan aikaan lämpötila käy Jokioisissa kertaalleen alimmillaan 1,9 °C, joten se ei voi selittää täysin epämuotoisten raakileiden runsasta määrää. Sen sijaan pakkasvaurioille oli otolliset olosuhteet sekä myöhäissyksyllä ja varhaiskevällä suojaavan lumipeitteen puuttuessa maan pinnan vuoroin jäätyessä ja sulaessa. Vaikutus korostuu maalajiltaan savipitoisilla alueilla. Jokioisten koepaikan alttiutta halloille ei paranna sen sijoittuminen alavalle pellolle. Etelä-Suomessa ohut lumikerros nostaa routakerroksen paksuutta, joka voi viivästyttää kasvuun lähtöä. Sadon määrää tai laatua heikentäviä pitkäkestoisia hellejaksoja sadonkorjuun aikana ei esiintynyt. Etelä-Suomessa olosuhteet ovat kukka-aiheiden kehitykselle pidempään suotuisimmat. Myöhäissyksyn korkeammat keskilämpötilat edistävät kukka-aiheiden kehitystä myös kukintainduktion jälkeen. Induktiolle kriittinen päivänpituus (15–16 h) vaikuttaa Jokioisissa keskimäärin kahdesta viiteen päivään myöhemmin. (Matala, 2006, ss. 57–61) Lajikkeiden välillä on satofysiologisia eroja, jotka korostuvat jatkuvasatoisilla (Ria) ja kausisatoisilla lajikkeilla (Polka ja Lumotar). Tämän vuoksi olosuhteiden vaikutus on erilainen.

Sadon laatuominaisuuksiin vaikuttavat tekijät ovat moninaiset. Marjojen epämuodostumisen syitä voivat olla esimerkiksi solunjakautumiseen ja kasvuun vaikuttava ympäristöolosuhteiden aiheuttama abiottinen stressi, puutteellinen pölytys ja tiettyjen kivennäisaineiden puute. (Eshghi & Jamali, 2009, ss. 397–400) Sadon määrässä ja marjojen koossa on tutkimusten välillä runsaasti eroja. Ominaisuuksien muutokset johtuvat ainakin osittain mikrolisättyjen kasvien elinvoimaisuudesta sekä hankasilmujen aktiivisuudesta. Lisäyksessä käytetyillä kasvualustan hormoneilla voi olla vaikutusta aktiivisuuteen. (Swartz ym., 1981) Aitouskokeessa 2018–2019 Polka-lajikkeen keskimääräinen sato oli koko koeaineistosta (14 lajiketta) selvästi suurin. Lumotar ja Ria tuottivat satoa kokeen keskimääräisellä tasolla. Toisaalta Lumotar sijoittui kokeen toiseksi heikoimmaksi lajikkeeksi. Keskimääräinen sato oli lajikkeilla Polka 221 g/kasvi, Ria 131 g/kasvi ja Lumotar 70 g/kasvi. Yhden marjan keskimääräinen paino oli kokeessa 7,6 g. Polka ja Lumotar jäävät keskiarvon alapuolelle (6,6 ja 6,2 g/marja). Ria-lajikkeen tulos on kokeen kolmanneksi korkein (8,6 g/marja). Aitouskoe 2018–2019 oli poikkeuksellinen verrattuna aiempiin aitouskokeisiin. Esimerkiksi 2016–2017 kokeessa keskimääräinen marjapaino oli lajikkeilla Polka 13,3 ja Lumotar 16,3 grammaa. Ria-lajikkeen tuorein tulos on keskimäärin yli 10 grammaa heikompi. (Tiainen, Hautsalo & Laamanen, 2018, ss. 11–15)

Aitouskokeessa 2018–2019 satotekijät jäivät heikommaksi myös varsinaisiin lajikekokeisiin verrattuna. MTT:n mansikan lajikekokeissa vuosina 2008–2011 Polka-lajikkeen keskimääräinen sato oli parhaimmillaan Sotkamon kokeissa 604 g/taimi. Myös yhden marjan keskimääräinen paino jää aitouskokeen tuloksissa lähes kaksi grammaa kevyemmäksi. (Hoppula ym., 2013, s. 6) Uudehko Lumotar-lajike on menestynyt puolestaan Piik-

kiön kokeissa. Sitä pidetään mahdollisena haastajana marjaominaisuuksia lukuun ottamatta samankaltaiselle Polka-lajikkeelle. Molemmilla kokonaissato oli 450–460 g/kasvi. Alkusedosta yhden marjan keskimääräinen paino oli lajikkeilla Lumotar 14 ja Polka 12 grammaa, keskisato molemmilla 9–10 grammaa. (Hietaranta & Parikka, 2013, s. 6) Aitouskoe eroaa lajikekokeesta lyhyemmällä koejakson pituudella. Se ei kuitenkaan selitä matalia tuloksia. Toisaalta aitouskokeen hyvä puoli verrattuna lajikekokeeseen on se, että tulosten päämäärä ei ole muodostaa kuvausta lajikkeen sadontuotosta.

Taimimateriaalin pitäisi lähtökohtaisesti olla tasalaatuista, joka on myös yksi lajikeaitouden vaatimuksista. Koko taimierässä voi olla kuitenkin vuosien välisiä eroja johtuen esikasvatusolosuhteista. Mansikkakasvuston 2019–2020 esikasvatus poikkesi edeltävästä kasvatusolosuhteiltaan. Ne kasvatettiin erillisessä kasvatushuoneessa led-valojen alla (06:00 – 18:00). Tilassa taimet eivät vaadi peittämistä, joten sopeuttamisvaihe jää välistä. Karaisu aloitettiin noin viikkoa aikaisemmin, muuten ajoituksissa oli parin päivän viive. Taimet olivat hyvinvoivia ja edellisvuotta tiiviskasvuisempia. Ne tuottivat loppukesästä poikkeuksellisen paljon 1. luokan marjoja. Tästä syystä rönsyjen lisäksi poistettiin kukkavanat, seuraavan kasvukauden havaintojen turvaamiseksi.

Lisäksi voidaan olettaa, että kesällä 2019 istutettujen taimien kolmannesta kerranteesta tullaan havaintovuonna 2020 saamaan poikkeavia tuloksia, sillä taimet olivat silminnähden huomattavasti pienempiä kuin ensimmäisessä kerranteessa. Kerranne kaksi oli näiden välimalli. Kolmannen kerranteen tulokset voivat osaltaan muokata kauppakelpoisten marjojen keskimääräistä määrää ja painoa. Kerranteellinen koe mahdollistaa lähtö materiaalin epätasaisuuksien huomioimisen tulosten jakautuessa eri kerranteisiin. Aitouskokeessa marjanäytteet kerätään kasvupisteittäin ruudun neljännessä taimesta, joten kerranteiden tulokset sekoittuvat. Aitouskokeen kasvupisteiden väliset tulokset voivat olla silti vertailukelpoisia. Kerranteiden eli toistojen määrä vaikuttaa tulosten luotettavuuteen, koska se vastaa yhden koejäsen mittaustulosten määrää. Tavallisesti kenttäkokeissa on neljä toistoa (Suojala-Ahlfors ym., 2008, s. 12). Aitouskokeessa kolme kerrannetta on ollut riittävä, sillä koelajikkeiden kasvupistelinjat ovat olleet kohtalaisen yhtenäisiä kerranteiden välillä.

7.3 DUS-havaintojen hyödynnettävyys aitouden tarkastelussa

UPOV:in (2012, ss. 3–5) virallisen DUS-määrityksen mukaisesti lajikeaitoutta koskee ominaisuuksien erottuvuuden, yhtenäisyyden sekä pysyvyyden vaatimus. Erottuvuuden täyttämiseksi edellytetään lajikkeiden välistä jatkuvaa ja selvää eroa. Tulosten varmistamiseksi havainnot voidaan tehdä kahdelta erilliseltä kasvukaudelta. Määrityksessä tulisi huomioida myös esimerkiksi ominaisuuden ilmentymisen muoto, kuten laadullinen tai määrällinen. Yhtenäisyyden toteutumiseksi yksi epätyypillinen tulos kahdestakymmenestä on sallittu. Pysyvyyttä voidaan tarvittaessa testata

toisella sukupolvella. Stabiilisuuden katsotaan pysyvän, jos lajike on todettu yhtenäiseksi. DUS-kartoituksessa havainnot tehdään lajiketasolla. Aitouskokeissa sitä hyödynnetään lajikkeen sisäisten kasvupistelinjojen mahdollisen vaihtelun selvittämiseksi. Ohjeistuksen mukaan kasvullisesti lisätystä näyteaineistosta tulisi saada 20 tulosta lajikkeen jokaisesta DUS-ominaisuudesta. Yhdestä kasviyksilöstä ohjeistetaan tekemään korkeintaan kaksi saman ominaisuuden havaintoa. Kasvia koskevissa havainnoissa ohjeen vaatimus täyttyy lajikkeen, mutta ei kasvupisteiden osalta. Marjahavainnoissa aineisto on suuri, mutta tulokset perustuvat lajikkeittain 9–18 kasviin ja kasvupistelinjoittain vain kolmeen kasviin.

DUS-kartoituksen tulosten ja virallisen lajikekuvauksen tai Ria-lajikkeen virallisesti tunnustetun kuvauksen väliset erot ovat joidenkin ominaisuuksien kohdalla huomattavat. Ominaisuuksia, joiden tuloksista alle 50 % osuvat kuvauksen mukaiseen arvoon on Ria-lajikkeella 3 (kuvauksen 6:sta), Lumotar-lajikkeella 13 (48:sta) ja Polka-lajikkeelle 10 (35:sta). Ria-lajikkeella selvä poikkeavuus kuvaukseen oli marjan muodon (Kuva 10) lisäksi kasvutavassa ja marjan värissä. Lumotar-lajikkeella erot ovat havainnoissa 1, 5, 6, 7, 11, 16, 17, 22, 24, 31, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45 ja 47. Kasvustoon liittyvistä havainnoista voisi nostaa esille kaikki rönsyhavainnot, päätelehdykän poikkileikkauksen muoto suoran sijaan kovera (100 %), kukan verhiön koko suhteessa teriöön samankokoinen (82 %) suuremman sijaan ja marjojen kypsymisen ajankohta aikaisen sijasta keskinkertainen (89 %). Marjahavainnoista puolestaan verhiöön liittyvät ominaisuudet ja erityisesti marjan verhiön kiinnittyminen, jonka tulisi olla kuvauksen mukaan vahva tai erittäin vahva. Tuloksissa se on 60 % heikko. Laatutekijänä on hyvä kiinnittää huomiota verhiön jyrkkään kohoamaan, joka repeytyy herkästi kypsissä marjoissa. Polka-lajikkeella erottuivat selvästi havainnot 2, 5, 13, 18, 19, 23, 24, 26, 31 ja 41, joista kolme liittyy kukan ominaisuuksiin. Lehdistön tiheyden tulisi olla keskinkertainen, mutta tuloksissa se on 99 % tiheä. Marjaominaisuudet vastaavat hyvin kuvausta. (Luonnonvarakeskus, 2017a; Luonnonvarakeskus 2017b; Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen, 1988)

Havainnot tehtiin suhteutettuna aitouskokeen aineistoon, kun taas DUS-havainnot tehdään usein ominaisuuksiltaan selvästi poikkeavia mittarilajikkeita käyttäen. Arviointitilanteessa ei ole kiinnitetty huomiota kuvauksen osoittamiin arvoihin, joten onnistumisprosentti on hyvä (50–73 %). Arviot on tehty lisäksi ilman vertailua lajikkeen tai kasvupisteen muihin tuloksiin, jonka seurauksena tulokset jakautuvat monen ominaisuuden kohdalla useammalle arvolle. Kuvauksissa osaan ominaisuuksista on kaksi vaihtoehtoa. Opinnäytetyössä päädyttiin käyttämään vain yhtä arvoa, joka hankaloitti joidenkin kasvien kohdalla arviointia selvästi kahden arvon välillä. Sillä oli tuloksia tasoittava vaikutus. Kasvia koskevissa havainnoissa vertailu suhteessa muihin lajikkeisiin tai edes lajikkeen kasvupisteisiin oli haasteellista.

Suurin osa tuloksissa esiintyvistä vaihtelusta liittyy marjahavaintoihin. Marjoja arvioitiin yhteensä kuudessa erässä, poimintakertojen mukaisesti. Havaintopäivät hajautuivat neljän viikon ajalle. Jokaisella arviointikeralla silmänvarainen tarkastelu saattoi tuottaa hieman erilaisia tuloksia, vaikka havainnoitsija pysyi samana. Marjahavaintojen suurempi vaihtelevuus verrattuna kasvustohavaintoihin selittyikin osittain aineiston koostumisesta useamman kerran arvioista. Todennäköisempää on kuitenkin olosuhteiden sekä satokauden ajankohdan aiheuttama vaikutus. Näytteen on pyritty pitämään viileässä käsittelyketjun ajan. Havaintoeristä on kuitenkin erotettavissa kerrat, jolloin lämpötila on vaikuttanut muun muassa marjan kiinteyteen ja väriin. Arviointiympäristön valaistus voi puolestaan vaikuttaa esimerkiksi pinnan kiiltävyyden määrittämiseen. Keräysajankohta näkyy puolestaan marjan koossa – koko pienenee monesti satokauden loppupuolella. Viimeisiä poimintoja DUS-arviointiin ei enää otettu. Kasvupistelinjoissa esiintyvän vaihtelu suhteessa genotyyppiin, muunteluun ja subjektiivisiin havaintoihin on vaikea arvioida. Esimerkiksi Shawn (1991, s. 894) kokeessa 33–61 % fenotyyppisestä mansikan ulkoisen ja sisäisen värin vaihtelusta johtui geneettisistä vaikutuksista.

Kuvantamismenetelmiä käytetään nykyisin jo laajasti maataloudessa analysointimenetelmänä. Pandeyn ym. (2013) selvittivät kirjallisuuskatsauksessaan kuvaprosessoinnin ja tekoälyn hyödyntämistä hedelmien luokittelussa. Katsauksen perusteella suurin haaste on järjestelmistä saatavan tiedon säilyttäminen automaattiseen luokittelujärjestelmään. Liming ja Yanchao (2010) kokeessa mansikan muodon luokittelu perustuu piirroskuvan linjojen ryhmittelyanalyysiin. Väri määritetään hallitsevan värin menetelmällä ja koko suurimman marjan halkaisijan mukaan. Järjestelmä pystyi määrittämään koon 95 %, värin 88,8 % ja muodon yli 90 % tarkkuudella. Keskimääräinen yhden mansikan luokittelu-aika oli alle kolme sekuntia. Ishikawan ym. (2018) tutkimuksessa keskityttiin mansikan muotoon. Määritelmän perustana ovat marjan pituuden ja leveyden suhde sekä ylä- ja alaosan muoto. Luokittelussa käytettiin DUS-testauksen mukaista asteikkoa, jossa on yhdeksän vaihtoehtoa, joten kokeen 70 % tarkkuutta voidaan pitää hyvänä tuloksena. 3D-tekniikan hyödyntäminen järjestelmässä tulee tarkentamaan analyysia korkeuskäyrien määrän lisääntyessä. Kochi ym. (2018) ovat kehittäneet tähän lupaavan menetelmän.

Opinnäytetyön DUS-havaintojen tuloksissa huomio kiinnittyi ensimmäisenä Ria-lajikkeen muoto-ominaisuuteen (havainto 30), jossa tulokset erosivat selvästi virallisesti tunnustetusta kuvauksesta. Kuvaus on laadittu Piikkiössä jatkuvasatotoisten mansikkalajikkeiden kokeiden havaintojen perusteella, jossa Ria toimii kontrollilajikkeena. Satokauden aikaisina kolmena havaintokertana marjat arvioitiin liereiksi (5) ja kiilamaisiksi (9). Kuvauksen ulkopuolelta myös muodon 1 marjoja oli joukossa yhdellä kerroista. (Haikonen, 2019) Tässä työssä kasvupistelinjojen yhteistuloksista 68 % oli kartiomaisia (2) ja 15 % sydämenmuotoisia (3). Lisäksi joukossa oli myös muita arvoja, mutta ei esimerkiksi yhtäkään kiilamaista. Havainto muodostuu yhteensä 92 tuloksesta.

Aitouskokeen nykyiset havainnot antavat lajikkeiden yhtenäisyydestä hyvän kuvan. Ne soveltuvat hyvin vuosittaisen sadonajoituksen arviointiin. Tulokset antavat viitteitä myös vallitsevien sääolosuhteiden vaikutuksesta. Marjontatyyppiä ei välttämättä tarvitsisi erikseen arvioida, sillä se on lajikkeilla ilmeinen ominaisuus kuten myös kukkien terälehtien yläpinnan väri. Kukkien määrä on hyödyllinen vertailukohde, mutta se on yhteydessä raakileiden laskennasta saataviin tuloksiin. Kukkaan liittyvistä havainnoista kannattaisi jatkossa katsoa kukan halkaisija. Se korreloi selvästi esimerkiksi taantuneeseen Polka-lajikkeen linjaan. Samasta syystä lehden koko kannattaa ottaa osaksi tarkastelua. Kasvustohavainnoista on arvioitu niin kasvutapaa kuin kuntoa, jotka ovat keskeisiä havaintoja osoittamaan poikkeavia yksilöitä. Marjahavainnoista muoto ja pinnan väri sekä tasaisuus ovat tärkeitä havaintoja, jotka tehdään entuudestaan. Marjan koko on hyvä parametri, ja sitä tutkitaan jo keskimääräisen marjapainon avulla. Tulokset ovat näin ollen myös luotettavampia. Rönsyhavainnoista saadaan tarkemmat tulokset laskemalla silmänvaraisen arvion sijaan. Nykyisten määritysten ja DUS-kartoituksen ulkopuolelta aineistosta voisi tutkia makeutta. Maku on keskeisimpiä marjan ominaisuuksia kuluttajille, ja viljelijät toivovat tästä tietoa lajikevalintoja tehdessä. Sokeripitoisuus olisi mittavissa kätevästi refraktometrillä marjamäärityksen yhteydessä.

7.4 Somaklonaalisen muuntelun vaikutus tuloksissa

Somaklonaalinen muuntelu mansikan mikrolisäyksessä ilmenee tutkimustulosten mukaan selvästi rönsyjen muodostumisen lisääntymisenä (esim. Swartz ym., 1981, s. 668; Karhu & Hakala, 2000, s. 322). Aitoustarhassa rönsyt laskettiin satokauden päätteeksi ennen kokeen päättämistä. Opinäytetyön vertailulajikkeiden välillä määrissä on selvät erot. Ria-lajike on selvästi heikoin (ka. 1,4), Lumotar keskinkertainen (ka. 5,8) ja Polka runsastuottoisin (ka. 9,1). Silmämääräisesti istutusvuoden 2019 taimet tuottivat rönsyjä enemmän. Havainnot olivat samansuuntaiset Kumpulän (1990, ss. 39–40) raportoimassa Laukaan tervetaimiasemalla tehdyissä emotaimikloonien kenttäkokeissa, jossa 1-vuotiaat taimikloonit lähes poikkeuksetta tuottivat enemmän rönsytaimia 2-vuotiaisiin taimiin verrattuna. Ominaisuus on hyödyllinen taimistojen emokasvituotannossa. Toinen yleinen ilmiö mikrolisätyillä taimilla on hyperkukkuminen. Esimerkiksi Litwińczuk (2004) tutkimuksessa näkyvin ja vakaa mikrolisätyjen taimien jälkivaikutus on kukkiminen taimien istutusvuonna sekä poikkeuksellisen runsas kukkiminen, joka johtuu kukintojen määrän kasvusta. Aitouskokeessa tämä oli myös havaittavissa, vaikka dataa tai vertailukohhteita ei ole. Hyperkukkinnan on kuitenkin todettu vähentyneen huomattavasti ensimmäisessä mikrolisätyistä taimista rönsylisätyssä sukupolvessa.

Mikrolisäyksen aiheuttaman muuntelun ongelmat ovat myös tiedossa. Geneettisen pysyvyyden heikkenemiseen vaikuttavat esimerkiksi kasvusolukossa esiintyvät poikkeamat, genotyyppi, aloitusmateriaalin ploidiataso, eksplantaatin lähde, emokasvin ikä, kasvunsäätien tyyppi ja pitoisuus (lähinnä auksiinin ja sytokiniinin tasapaino), mikrolisäyksen kesto ja jakokertojen määrä. (Debnath, 2014, ss. 93–103) Keskimäärin matalampi marjapaino on tunnettu ominaisuus mikrolisätyillä taimilla verrattuna tavanomaisesti lisättyihin taimiin (Swartz ym., 1981, s. 667). Tämän aitouskokeen koko koeaineistossa havaittu matala keskimääräinen marjapaino ei välttämättä selity somaklonaalisella muuntelulla. Koe-lajikkeiden keskimääräinen yhden marjan paino aitouskokeessa oli kasvupistelinjojen välillä suhteellisen tasainen. Ainoastaan Polka-lajikkeen neljäs, matalaksi havaittu linja erottui lajikkeen matalimmalla tuloksella. Määrällisesti se tuotti kauppakelpoisia marjoja eniten, mutta niiden yhteispaino oli heikoin. Kasvupiste tuotti näin ollen paljon pieniä marjoja. Ominaisuus ei ole epigeneettinen, sillä kasvupistelinjan keskimääräinen marjapaino on erottunut matalampana ainakin neljässä aiemmassa kokeessa.

Opinnäytetyön lajikkeista yhdellä Polka yksilöllä kasvupistelinjassa kuusi esiintyi kenttäkokeessa mikrolisäysvaiheen aikaiseen häiriöön viittaavaa oirehdintaa. Lehdistö oli osittain hyvin hentoa, matalaa ja lehdet olivat selvästi pienempiä. Ilmiöön liittyi myös lyhyet kukkavanat, joissa oli äärimmäisen epämuodostuneita raakileita sekä yhteen kasvaneita kukkannuppua. (Kuva 5) Sama ilmiö esiintyi myös yhdellä Bounty-lajikkeen yksilöllä. Lajikkeen tiedetään olevan altis ns. tukkakasvuisuudelle, mutta sitä pystytään hallitsemaan erilaisella kasvualustalla mikrolisäyksessä. Jos tarkastellaan kukkavana- ja raakiletuloksia yksilötasolla, niin molemmilla lajikkeilla kyseiset kasvit tuottivat huomattavasti vähemmän normaaleja raakileita ja enemmän epämuotoisia raakileita kuin kasvupistelinjan muut kasvit. DUS-havainnoissa yksilö ei erotu lajikkeen yleisestä linjasta, mutta kukinta on arvioitu muutaman muun yksilön joukossa myöhäisemmäksi. Tuloksia tasoittaa se, että ne on tehty kasvin keskimääräisen ilmiön perusteella. Ruudun 2. kasvusta ei tehdä marjahavaintoja. Aitouskokeen kesto on vain yksi satokausi, joten ilmiön pysyvyydestä ei ole tietoa. Andersonin ym. (1982, s. 331) mukaan moniversoisuusilmiö on ajoittainen, mutta pääversossa se voi jatkua ainakin kaksi vuotta. Mikrotaimien koulintavaiheessa nämä yksilöt tulisi hylätä.

Erytisominaisuuksien ilmeneminen riippuu kuitenkin vahvasti lajikkeesta. Tutkimusten lopputulemana on ollut mikrolisätyjen mansikan taimien soveltuminen tuotantomenetelmäksi paremmin tai vähintään yhtä hyvin kuin tavanomaisesti rönsylystäyt taimet. Esimerkiksi Żebrowska ym. (2015) näkivät tutkimustulostensa todistavan mikrolisätyjen taimien korkeamman maataloudellisen arvon. Capocasa ym. (2019) puolestaan osoittivat mikrolisätyjen taimien jatkojalostusmahdollisuuden. Taimistokokeessa mikrolisätyistä emotaimista tuotetut frigo-taimet soveltuivat tuotantoon *ex vitro* kasvatettujen frigo-taimien tavoin.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tulokset osoittivat tarpeen käsitellä aitouskokeista kertyvää aineistoa tarkemmin. Vuosien välisessä tarkastelussa Ria-lajikkeen kasvupistelinja 1 muodosti tilastollisesti merkitsevästi enemmän kukkavanoja. Linjassa ei esiintynyt muissa tutkituissa tekijöissä selkeää poikkeavuutta. Lumotar-lajikkeella kasvupistelinja 2 erottui myös tässä aitouskokeessa korkeammalla kukkavanojen määrällä. Kasvupistelinjojen eroja tullaan tarkkailemaan kasvukaudella 2020, jonka perusteella tehdään päätös linjan/linjojen karsimisesta. Lajikkeiden muualta saatavien kantojen vertaaminen käytössä oleviin on tämän vuoksi suositeltavaa. Toinen keskeinen tulos on Polka-lajikkeen linjan 4 taantuminen. Se huomioitiin ensimmäiseksi matalana, tiiviinä kasvutapana. DUS-havainnoissa se erottui usean ominaisuuden osalta. Linjan keskimääräinen marjapaino oli lajikkeen kasvupistelinjoista selvästi heikoin, marjojen määrä suurin. Lisäksi se muodosti kenttäkokeessa vähemmän rönsyjonoja. Tuotannosta kyseinen linja hylätään. Aikaisempien aitouskokeiden tuloksia tulee verrata jatkossa uusimpiin tuloksiin tarkemmin. Emokasvien kasvihuonehavaintojen tarkempi käsittely ei ole välttämätöntä, jos tulokset vaikuttavat johdonmukaisilta.

Istutusvuosi selitti tilastollisesti analysoituja kukkavana- ja raakiletuloksia parhaiten. Vuodet eivät ole keskenään sääolosuhteiltaan samanlaisia ja myös koepaikkojen välillä on eroja paitsi sijainnin, mutta myös esimerkiksi maalajin ja viljelytekniikan osalta. Lisäksi somaklonaalinen muuntelu ilmenee kasvierissä vaihtelevasti. Useiden tekijöiden summana Jokioisten ensimmäisessä aitouskokeessa epämuotoisten raakileiden määrä oli koe-lajikkeilla selvästi noussut. Ympäristötekijöiden osuutta epämuotoisten raakileiden kehittymiseen on vaikea eritellä. Havaintojen tekijöiden vaihtumisella oli jonkin verran vaikutusta. Jokioisten ensimmäisen aitouskokeen ja aikaisempien Laukaan kokeiden välillä on myös selvä ero aitouskokeen kaikilla 14 lajikkeilla keskimääräisissä sadan marjan painoissa.

Linnut olivat yksi merkittävimpiä syitä heikkoon satotasoon joillakin lajikkeilla. Ongelma tulee todennäköisesti poistumaan kaariverkkojen määrää lisättäessä ja niiden uudelleenasettelulla. Kukkavanojen keräys on hyvä aloittaa tarpeeksi ajoissa, jotta kypsiä marjoja ei pääse kehittymään. Toisaalta joukossa on myös erittäin runsasnappuisia lajikkeita, joista muodostuvia raakileita jäi runsaasti arvioimatta. Sen vuoksi jatkossa kannattaa kiinnittää enemmän huomiota kukkavanojen keräyksessä lajikkeiden kypsymisjärjestykseen. Harmaahome vaikutti kaikkein ongelmallisimmalta varsinaisista kasvintuhoojista. Istutusvuoden kasvijätteen poistaminen kannattaa suorittaa huolellisesti. Koepaikka antoi viitteitä tuhohyönteisten ja tautien kirjosta, mutta torjuntakynnystä ei ylitetty. Aitouskokeessa tärkeintä on, että satoa rajoittavat tekijät tiedostetaan ja materiaalia riittää havainnointia varten. Torjuntaa hankaloittaisi myös lajikkeiden eriaikainen kukinta.

Mansikan aitouskokeesta voisi nykyisten havaintojen lisäksi harkita DUS-ominaisuuksista kukan halkaisijan (22) sekä lehden koon (8) tarkastelua. Kasveilla, joissa nämä ominaisuudet on arvioitu kasvupisteiden yleistä linjaa keskimäärin selvästi pienemmiksi, voidaan epäillä muuntelun aikaansaamia muutoksia. Opinnäytetyössä saatujen DUS-ominaisuuksien eroissa suhteessa lajikekuvaukseen kannattaa keskittyä jatkotarkastelussa tärkeimpiin laatutekijöihin. Ria-lajikkeella se on ehdottomasti marjan muoto (30). Lumotar-lajikkeella verhiön kiinnittyminen (41), jolla tämä ominaisuus oli tulosten mukaan selvästi poikkeava verrattuna lajikekuvaukseen. Polka-lajikkeella ei ole tulosten perusteella ominaisuuksia, jotka olisivat merkittäviä tai epäsuotuisia lajikkeelle suhteessa kuvaukseen. Toivottavaa olisi tehdä kartoitukset kokonaisuudessaan uudelleen esimerkiksi eroavaisuuksien osalta. Luonnonvarakeskuksessa laadittuihin Ria- ja Lumotar-lajikkeiden kuvauksiin on mahdollisesti tehtävä korjauksia. Tulosten poikkeavuudet suhteessa lajikekuvaukseen herättävät kysymyksen myös kuvausten tarkkuudesta. Koska ominaisuuksien arvojen hajonta tässä työssä oli erityisesti marjaominaisuuksissa suurta, voisi näytekokoa nostaa kymmenestä.

Koeaineistosta tarkimmat tulokset saadaan mittauksilla, jotka eivät ole riippuvaisia mittaajasta. Se koskee sekä vuosittaisia havaintoja että DUS-havaintoja. Ohjeistuksesta huolimatta arviointiperusteissa jokaisella on pieniä näkemyseroja. Raakileiden erottelu aitouskokeen menetelmäohjeeseen kannattaa täsmentää. DUS-havaintojen tarkkuutta ja tehokkuutta olisi mahdollista parantaa kehittämällä valittujen ominaisuuksien kuva-analyysiin perustuva luokittelujärjestelmä. Poikkeavat yksilöt ovat havaittavissa suhteellisen helposti, kun kasvien kanssa on aktiivisesti tekemisissä. Sen sijaan esimerkiksi pienentynyt lehti- tai marjakoko voi jäädä huomaamatta lajikemäärän kasvaessa. Kehitystyön voisi toteuttaa yhteistyössä esimerkiksi ammattikorkeakoulun biotalousinsinöörien koulutusohjelman kanssa. Opetukseen kuuluu 3D-mallinnusta, jonka hyödyntäminen mansikan ominaisuuksien luokittelussa on maailmanmittakaavassa vielä melko ainutlaatuista. Uusilla menetelmillä voidaan vähentää manuaalista työtä, nopeuttaa prosessia ja muodostaa objektiivinen aineisto.

Opinnäytetyön tuloksista myös varmennettujen mansikantaimien tilaajat saavat näkökulmia ja selityksiä taimiaineiston luonteesta. Tuotantoprosessin monivaiheinen kulku ja kasvimateriaalista kerättävän aineiston määrä voi tulla yllätyksenä. Tässä työssä käytetty tilastollisempi käsittelytapa on tarkoitus ottaa aitouskokeissa osaksi käytäntöä. Aitouskokeiden tuloksia on avattu myös aitousraporteissa, jotka ovat toimineet ikään kuin tositteena aitouden tarkkailusta toimintaa valvovalle taholle. Tulokset ovat avointa tietoa, mutta hyödyntämispotentiaali esimerkiksi tuotannosta tiedottamiseen on jäänyt vähäiseksi. Tuotannon kehittämiseksi ja mahdollisten ongelmien kartoittamiseksi yhteistyökumppaneiden on hyvä olla tietoisia tulosten saatavuudesta. Resurssien niukkuus korostaa yhteistyön merkitystä Luonnonvarakeskuksen ja muiden toimijoiden välillä kotimaisten mansikan taimien laadun takaamiseksi.

LÄHTEET

- Anderson, H. M, Abbott, A. J. & Wiltshire, S. (1981). Micro-propagation of strawberry plants *in vitro* — Effect of growth regulators on incidence of multi-apex abnormality. *Scientia Horticulturae* 16(4), ss. 331–341.
- Biswas, M. K., Dutt, M., Roy, U. K., Islam, R. & Hossain, M. (2009). Development and evaluation of *in vitro* somaclonal variation in strawberry for improved horticultural traits. *Scientia horticulturae* 122(3), ss. 409–416.
- Capocasa, F., Balducci, F., Marcellini, M., Bernardini, D., Navacchi, O. & Mezzetti, B. (2019). Comparing nursery behavior, field plant yield and fruit quality of *in vitro* and *in vivo* propagated strawberry mother plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 136, ss. 65–74.
- Community Plant Variety Office. (n.d.). CPVO varieties database. Variety Finder. Haettu 2.10.2019 osoitteesta <https://cpvo.europa.eu/en/applications-and-examinations/cpvo-varieties-database>
- da Fonseca, A. P., da Silva, E. C., Pereira, M. B., de Oliveira, R. P. & Dornelles, A. L. C. (2013). Phenotypic stability of strawberry genotypes subjected to variable number of *in vitro* subcultures. / Estabilidade fenotípica de genótipos de morangueiro submetidos a número variável de subcultivos *in vitro*. *Ciência Rural* 43(8), ss. 1345–1351.
- Debnath, S. C. (2014). Strawberry micropropagation and somaclonal variation. Teoksessa N. Malone (toim.) *Strawberries. Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits*. Nova Science Publisher, ss. 93–107.
- Engström, S., Hokka, H. & Airaksinen, J. (2019). Sähköpostiviesti opinnäytetyöntekijälle 4.–9.12.2019
- Eshghi, S. & Jamali, B. (2009). Leaf and fruit mineral composition and quality in relation to production of malformed strawberry fruits. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 50(5), ss. 397–400.
- EPPO. (European and Mediterranean Plant Protection Organization). (2008). Schemes for the production of healthy plants for planting. Certification scheme for strawberry. EPPO Bulletin, Vol 38. ss. 430–437. Haettu 11.10.2019 osoitteesta <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2338.2008.01259.x>
- Farmit. (n.d.). Sää. Haettu 24.9.2019 osoitteesta <https://www.farmit.net/>

Flyktman, A. (2008). *Mansikan meristeemien kryosäilytys pizaravitrifikaatiomenetelmällä*. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

Haikonen, T. (2019). Tutkija. Luonnonvarakeskus. Sähköpostiviesti opinäytetyöntekijälle 10.9.2019.

Heinonen, K., Avotie, K., Hömmö, L., Kurppa, A., Nurmi, K., Reskola, V.-P., Salo, H., Tegel, S., Uimonen, J., Uosukainen, M., Virtanen, M. & Sankari, H. (2004). Varmennetun taimituotannon ydinkasvien ja valiotaimien tuotannon ja ylläpidon ongelmien selvittäminen. Työryhmämuistio MMM 2004:17. Helsinki. Haettu 5.10.2019 osoitteesta http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160495/trm%202004_17_Varmennetun%20taimituotannon%20ydinkasvien%20ja%20valiotaimien%20tuotannon%20ja%20yll%C3%A4pidon%20ongelmien%20selvitt%C3%A4minen.pdf

Hietaranta, T. & Parikka, P. (2013). Uusi 'Lumotar' on kauniin kiiltävä. *Puutarha&kauppa* nro 3.

Hokka, H. (2019). Tutkimusmestari. Luonnonvarakeskus. Sähköpostiviesti opinäytetyöntekijälle 10.–11.10.2019.

Hoppula, K., Hoppula, K., Järvelin, V., Ylijoki, J., Hietaranta, T., Soppela, K., Luoma, S. & Kekkonen, H. (2013). Mansikan lajikekokeiden tulokset MTT Sotkamo, Ruukki ja Rovaniemi 2008–2011. Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maatalousalueisiin. MTT, hytönenPro Agria ja Oulun yliopisto. Haettu 3.10.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/puutarha/marjat/mansikka/mansikkakokeet/EDBB18573B3D2D4EE0434360120A8013>

Hoppula, K., Hoppula, K., Rätty, A. & Keränen K. (2019). Marjakasvien taimituotannon lainsäädäntö. Luonnonvarakeskus ja Ruokavirasto. Haettu 6.9.2019 osoitteesta https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/marjakasvien_taimituotannon_lainsaadanto.pdf

Huhtama, L. (2013). *Mikrolisäyksen edut ja haitat taimistoviljelyssä*. Opinäytetyö. Puutarhatalouden koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 6.9.2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59181/Huhtama_Leena.pdf?sequence=1

Ilmatieteenlaitos. (n.d.). Havaintojen lataus. Haettu 24.9.2019 osoitteesta <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>

Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen. (1988). Virallinen lajikekuvaus. Polka-lajike.

Ishikawa, T., Hayashi, A., Nagamatsu, S., Kyutoku, Y., Dan, I., Wada, T., Oku, K., Saeki, Y., Uto, T., Tanabata, T., Isobe, S. & Kochi, N. (2018). Classification of strawberry fruit shape by machine learning. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences* 42(2), ss. 463–470.

Jayasankar, S. (2000). Variation in tissue culture. Teoksessa Trigiano, R. N. & Gray, D. J. (toim.) *Plant Tissue Culture Concepts and Laboratory Exercises*. Florida: Agricultural Experimental Station Journal Series No. R-06862. Second Edition, ss. 387–396.

Jain, S. M. (2001). Tissue culture-derived variation in crop improvement. *Euphytica* 118(2), ss. 153–166.

Jalkanen, P. (2019a). Tutkimusmestari. Luonnonvarakeskus. Henkilökohdainen tiedonanto 10.10.2019.

Jalkanen, P. (2019b). Tutkimusmestari. Luonnonvarakeskus. Henkilökohdainen tiedonanto 11.12.2019.

Karhu, S. (2000). Growth characteristics of micropropagated strawberries. *International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding* 560, ss. 539–542.

Karhu, S. & Hakala, K. (2002). Micropropagated strawberries on the field. *International Strawberry Symposium* 567, ss. 321–324.

Kochi, N., Tanabata, T., Hayashi, A. & Isobe, S. (2018). A 3D Shape-Measuring System for Assessing Strawberry Fruits. *International Journal of Automation Technology* 12(3), ss. 395–404.

Kumpula, R. (1990). *Mikrolisätyn mansikan emotaimiklooneissa esiintyvä muuntelu*. MTT, Tiedoite 3/90. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus.

Laamanen, J. (2019a). Tutkija. Luonnonvarakeskus. Henkilökohtainen tiedonanto 23.5.2019.

Laamanen, J. (2019b). Tutkija. Luonnonvarakeskus. Sähköpostiviesti opinnäytetyöntekijälle 12.6.2019.

Laamanen, J. (2019c). Tutkija. Luonnonvarakeskus. Sähköpostiviesti opinnäytetyöntekijälle 11.9.2019.

Laamanen, J. (2020). Tutkija. Luonnonvarakeskus. Sähköpostiviesti opinnäytetyöntekijälle 27.5.2020.

Lilja, P. & Laamanen, J. (2020). Sähköpostiviesti opinnäytetyöntekijälle 9.3.2020.

Liming, X. & Yanchao, Z. (2010). Automated strawberry grading system based on image processing. *Computers and Electronics in Agriculture* 71, ss. 32–39.

Litwińczuk, W. (2004). Field performance of 'Senga Sengana' strawberry plants (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) obtained by runners and *in vitro* through axillary and adventitious shoots. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 7(1). Haettu 9.12.2019 osoitteesta <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue1/horticulture/art-03.html>

Luonnonvarakeskus. (n.d.). Kasper, ajankohtaista tietoa pelto- ja puutarhaviljelystä sekä kasvinsuojelusta. Perusemokasvituotanto. Tilausohjeet ja toimitustiedot. Jalostusmaksun perintä. Lajike-esittelyt: Lumotar, Polka ja Ria. Haettu 2.10.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/puutarha/puutarhapalvelut/valiotaimi>

Luonnonvarakeskus. 2015. Mikrotaimien juurrutusohjeet. Haettu 21.10.2019 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/puutarha/puutarhapalvelut/valiotaimi/MIKROTAIMIOHJE.pdf>

Luonnonvarakeskus. (2017a). Virallinen lajikekuvaus. Lumotar-lajike.

Luonnonvarakeskus. (2017b). Virallisesti tunnustettu lajikekuvaus. Ria-lajike.

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö). (2020a). Maa- ja metsätalousministeriön asetus hedelmä- ja marjakasvien varmennetusta taimiaineistosta. Asetus nro 398/2020. Haettu 4.6.2020 <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200398>

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö). (2020b). Maa- ja metsätalousministeriön asetus koriste- ja monikäyttökasvien varmennetusta taimiaineistosta. Asetus nro 397/2020. Haettu 4.6.2020 <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200397>

Martinsson, E. (2017). Elitplantstationens historia. Haettu 14.11.2019 osoitteesta <http://www.elitplantstationen.se/uploads/ElitplantstationensHistoria.pdf>

Marttinen, M. (2018). Mansikan taimityyppejä, Mansikan taimien lisääminen omaan käyttöön, Muutama sananen herukan/vadelman taimista. ProAgria Keski-Suomi. Haettu 18.11.2019 osoitteesta https://keski-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mansikan_taimityyppeja_luomumansikan_taimien_tuottaminen_omaan_kayttoon_150218.pdf

Massetani, F., Gangatharan, R. & Neri, D. (2011). Plant architecture of strawberry in relation to abiotic stress, nutrient application and type of propagation system. Teoksessa Husaini, A. M. & Mercado, J. A. (toim.). *Genomics, Transgenics, Molecular Breeding and Biotechnology of Strawberry*. Global Science Book, ss. 12–23.

Matala, V. (2006). *Mansikan viljely*. Puutarhaliiton julkaisuja nro 340. 3. uudistettu painos. Helsinki.

Mohamed, F., El-Hamed, A., Omar, F., & El-Shahat, A. (2017). *Ex vitro* Performance and Genetic Stability of Strawberry Plants Derived from Different *In Vitro* Propagation Methods. *Hortscience Journal of Suez Canal University* 6(1), ss. 39–50.

Moilanen, K. (2018). *Mansikan taimien markkinatutkimus*. Opinnäytetyö. Puutarhatalouden koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 26.9.2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/142293/Moilanen_Katja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Naing, A. H., Kim, S. H., Chung, M. Y., Park, S. K. & Kim, C. K. (2019). *In vitro* propagation method for production of morphologically and genetically stable plants of different strawberry cultivars. *Plant methods* 15(1), ss. 1–10.

Nehra, N. S., Kartha, K. K., Stushnoff, C. & Giles, K. L. (1994). Effect of *in vitro* propagation methods on field performance of two strawberry cultivars. *Euphytica* 76(1-2), ss. 107–115.

Nukari, A. & Rantala, S. (2014). Vatukat ja mustaherukat vaaroilta tallessa kryotankissa. *Geenivarat: Kansallisten geenivaraohjelmien tiedotuslehti*.

Pandey, R., Naik, S. & Marfatia, R. (2013). Image processing and machine learning for automated fruit grading system: A technical review. *International Journal of Computer Applications* 81(16), ss. 29–39.

Pehu, T., Kiviharju, E., Rusanen, M., Kantanen, J. & Heinimaa P. (2018). Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallinen geenivaraohjelma. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2018:11a. Haettu 16.12.2019 osoitteesta http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161238/11a_2018 MMM kansallinen geenivaraohjelma.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Popescu, A. N., Isac, V. S., Coman, M. S. & Radulescu, M. S. (1996). Somaclonal variation in plants regenerated by organogenesis from callus culture of strawberry (*Fragaria x ananassa*). *International Strawberry Symposium* 439, ss. 89–96.

Rancillac, M. J. & Nourrisseau, J. G. (1989). Micropropagation and strawberry plant quality. *Acta Horticulturae* 265(50), ss. 343–348.

Ruokavirasto. (n.d. a) DUS-testaus. Haettu 17.9.2019 osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/kasviala/Lajikkeet-ja-alkuperaiskasvit/dus-testaus/>

Ruokavirasto. (n.d. b) Hedelmä- ja marjakasvien lajikeluettelo ja -kuvaukset. Haettu 17.9.2019 osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/kasviala/Lajikkeet-ja-alkuperaiskasvit/hedelmä--ja-marjakasvien-lajikeluettelo-ja-kuvaukset/>

Ruokavirasto. (n.d. c) Versopolte. Haettu 18.11.2019 osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/kasvintuotanto/kasvinterveys/kasvintuhoojat/karanteenituhoojat/versopolte/>

Ruotsalainen, S. (1989). *Marjakasvien tervetaituotanto ja sen merkitys Suomessa*. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus.

Sagaplant. (n.d.). Om oss. Haettu 20.11.2019 osoitteesta <https://sagaplant.no/>

Shaw, D. V. (1991). Genetic variation for objective and subjective measures of fresh fruit color in strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(5), ss. 894–898.

Skirvin, R. M. & Norton, M. A. (2014). Chimeras. E-kirjassa Beyl, C. A. & Trigiano, R. N. (2015). *Plant propagation concepts and laboratory exercises*, (Second edition.). Boca Raton: CRC Press, ss. 95–106.

Suojala-Ahlfors, T., Kallela, M. & Vanhala, P. (2008). Vihannesten lajikekoikeita tiloilla ja koekentillä. MTT:n selvityksiä 163. Haettu 16.12.2019 osoitteesta <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/442303/mtts163.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Swartz, H. J., Galletta, G. J. & Zimmerman, R. H. (1981). Field performance and phenotypic stability of tissue culture propagated strawberries *fragaria ananassa*. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 106(5), ss. 667–673.

Tanska, T. (2013). Punamätäinfo – tietopaketti viljelijöille. Puutarhaliitto – Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto. Haettu 18.11.2019 osoitteesta https://www.puutarhaliitto.fi/wp-content/uploads/2018/03/1366294640_2013_4_Punam_t_info.pdf

Tiainen, H., Hautsalo, J. & Laamanen, J. (2018). *Mansikan ydinkasviaineiston aitouskoe 2017*. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

Uosukainen, M. (2009). Varmennettuja lajikkeita marjantuotantoon. *Puutarha&kauppa* nro 9.

Uosukainen, M., Laamanen, J. & Nukari, A. (2008). Ydinkasvipankki kasvi-geenivaraohjelman osana. Suomen maataloustieteen seuran tiedote nro 23. Haettu 19.10.2019 osoitteesta <https://journal.fi/smst/article/view/75929/37317>

UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants). (2012). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Strawberry; UPOV Code: Fraga; *Fragaria L.* ss. 1–36. Haettu 18.6.2019 osoitteesta <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg022.pdf>

Vallarino, J. G., e Lima, F. D. A., Soria, C., Tong, H., Pott, D. M., Willmitzer, L., Fernie, A. R., Nikoloski, Z. & Osorio, S. (2018). Genetic diversity of strawberry germplasm using metabolomic biomarkers. *Scientific reports* 8, ss. 1–13.

Vuori, E. (2007). Pellossa, huoneessa, purkissa, syväjässä... Geenit hyvässä tallessa. *Puutarha&kauppa* nro 17.

Whitaker, V. M. (2011). Applications of molecular markers in strawberry. *Journal of Berry Research* 1, ss. 115–127.

Żebrowska, J., Kaczmarska, E. & Gawronski, J. (2015). Comparative studies on the agronomic value of *in vitro* and conventionally propagated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) plants. *Acta scientiarum Polonorum* 14(3), ss. 25–35.

AITOUSKOEKARTTA 2018–2019

S	S	S
50	100	150
49	99	149
48	98	148
47	97	147 (1)
46	96	146 (3)
45	95	145 (2)
44	94	144
43	93	143
42 (1)	92	142
41 (3)	91	141
40 (2)	90	140
39	89 (4)	139
38	88 (6)	138
37	87 (1)	137
36	86 (3)	136
35	85 (5)	135
34	84 (2)	134
33	83	133 (1)
32	82	132 (2)
31	81	131 (3)
30	80	130
29	79	129
28	78	128
27	77	127
26	76	126
25	75	125
24	74	124
23	73	123
22 (3)	72	122
21 (1)	71	121
20 (2)	70	120
19 (4)	69	119
18 (5)	68	118
17 (6)	67	117
16	66	116
15	65	115
14	64 (3)	114
13	63 (2)	113
12	62 (1)	112
11	61	111
10	60	110
9	59	109 (3)
8	58	108 (1)
7	57	107 (4)
6 (3)	56	106 (6)
5 (1)	55	105 (2)
4 (2)	54	104 (5)
3	53 (2)	103
2	52 (3)	102
1	51 (1)	101
S	S	S

Kerranne 1 Kerranne 2 Kerranne 3

Ruudut 1 - 150

SUOJA

RIA ruutu nro (kasvupistelinja) x 3

LUMOTAR ruutu nro (kasvupistelinja) x 3

POLKA ruutu nro (kasvupistelinja) x 6

Liite 2

KUKKAVANAHAVAINTOJEN MÄÄRÄ LUMOTAR-, RIA- JA POLKA-LAJIKKEILLA

Lajike	Istutusvuosi	Kasvupistelinja	Min	Max	Havaintojen lukumäärä	Summa	
Lumotar	2015	1	2	24	9	124	
		2	12	24	9	167	
		3	4	26	9	151	
	2016	1	6	13	9	82	
		2	5	11	9	77	
		3	5	16	9	79	
	2018	1	2	13	9	75	
		2	9	23	9	133	
		3	2	19	9	86	
		Yhteensä			81	974	
	Ria	2014	1	10	23	9	133
			2	8	18	9	108
3			8	14	9	99	
2015		1	6	24	9	163	
		2	12	17	9	122	
		3	4	22	9	126	
2016		1	5	24	9	121	
		2	1	17	9	84	
		3	1	23	9	84	
2018		1	7	24	9	158	
		2	8	21	7	102	
		3	8	26	9	137	
		Yhteensä			106	1437	
Polka		2009	1	9	16	9	104
			2	6	18	9	114
	3		9	17	9	118	
	4		7	19	9	119	
	5		7	15	9	109	
	6		10	13	9	99	
	2010	1	8	18	9	114	
		2	6	13	9	85	
		3	8	18	9	102	
		4	5	11	9	69	
		5	7	14	9	97	
		6	9	14	9	108	
	2011	1	6	13	9	86	
		2	4	23	9	109	
		3	5	12	9	76	
		4	5	17	9	92	
		5	5	16	9	101	
		6	9	14	9	108	
	2014	1	2	13	9	65	
		2	2	13	9	62	
		3	5	15	9	71	
		4	4	9	9	59	
		5	5	10	9	60	
		6	4	14	9	72	
	2015	1	6	24	9	114	
		2	9	18	9	116	
		3	3	19	9	83	
		4	8	17	9	104	
		5	2	16	9	90	
		6	5	14	9	84	
	2016	1	4	15	9	70	
		2	4	14	9	77	
		3	4	10	9	64	
		4	3	11	9	70	
		5	5	10	9	63	
		6	3	14	9	70	
	2018	1	9	27	9	165	
		2	11	17	9	129	
		3	2	21	9	127	
		4	4	23	9	129	
		5	7	21	9	124	
		6	11	17	9	125	
	Yhteensä			369	3895		

RAAKILEIDEN KESKIARVOT JA -HAJONNAT LUMOTAR-, RIA- JA POLKA-LAJIKKEILLA

Lajike	Istutusvuosi	Kasvupistelinja	Normaalit raakileet		Epämuotoiset raakileet		
			keskiarvo	keskihajonta	keskiarvo	keskihajonta	
Lumotar	2015	1	48,00	20,64	1,11	1,54	
		2	65,00	15,62	1,67	1,32	
		3	54,89	21,32	1,33	0,87	
	2016	1	35,00	12,06	0,11	0,33	
		2	33,33	10,64	0,00	0,00	
		3	32,11	10,12	1,00	2,00	
	2018	1	7,22	4,24	1,67	1,22	
		2	19,44	11,67	5,67	3,32	
		3	10,11	5,58	4,11	3,30	
Ria	2014	1	36,11	6,53	8,22	4,18	
		2	27,89	7,87	8,56	4,33	
		3	25,00	6,12	5,78	2,49	
	2015	1	46,33	14,42	6,78	2,77	
		2	35,78	7,89	6,89	4,14	
		3	35,33	12,96	8,44	6,19	
	2016	1	33,11	17,47	2,22	3,19	
		2	19,00	16,24	1,67	1,00	
		3	21,67	18,36	2,11	2,47	
	2018	1	29,56	8,75	13,22	14,70	
		2	29,00	14,48	14,29	7,06	
		3	23,11	14,50	19,67	11,49	
	Polka	2009	1	98,89	19,37	2,00	1,32
			2	110,00	28,56	1,44	1,59
			3	112,78	21,11	2,78	1,56
4			100,33	20,78	1,78	2,28	
5			97,78	17,89	3,11	1,69	
6			86,56	13,85	3,22	2,49	
2010		1	85,44	27,82	2,56	2,88	
		2	60,56	21,94	3,11	2,80	
		3	71,33	16,99	1,89	2,09	
		4	51,44	13,63	2,56	1,81	
		5	71,67	9,85	2,11	2,26	
		6	78,00	23,99	1,56	1,13	
2011		1	62,44	18,68	0,33	0,71	
		2	62,89	23,66	0,78	1,99	
		3	55,33	10,72	0,33	0,71	
		4	70,67	29,10	0,44	0,73	
		5	64,67	20,92	0,56	0,88	
		6	59,67	19,19	2,89	1,96	
2014		1	59,67	19,19	2,89	1,96	
		2	51,33	17,38	3,11	2,26	
		3	58,78	18,10	3,00	1,58	
		4	55,00	17,77	2,44	1,81	
		5	45,11	9,84	3,00	2,06	
		6	60,67	19,67	2,78	1,92	
2015		1	91,22	24,52	2,67	2,65	
		2	79,67	18,03	2,78	2,17	
		3	52,44	26,57	2,11	2,80	
		4	81,56	9,50	1,33	1,41	
		5	74,33	25,02	1,89	1,17	
		6	82,44	30,92	1,78	2,05	
2016	1	55,22	19,72	0,22	0,44		
	2	66,67	26,66	0,33	0,50		
	3	55,89	25,06	0,56	0,73		
	4	63,56	24,61	0,44	0,73		
	5	53,11	19,21	0,11	0,33		
	6	47,44	28,76	0,11	0,33		
2018	1	88,33	39,71	16,22	14,82		
	2	80,22	14,80	4,78	2,68		
	3	65,67	32,69	8,33	6,84		
	4	70,56	26,12	10,33	6,50		
	5	70,78	26,57	11,00	3,43		
	6	62,33	14,39	6,22	3,67		

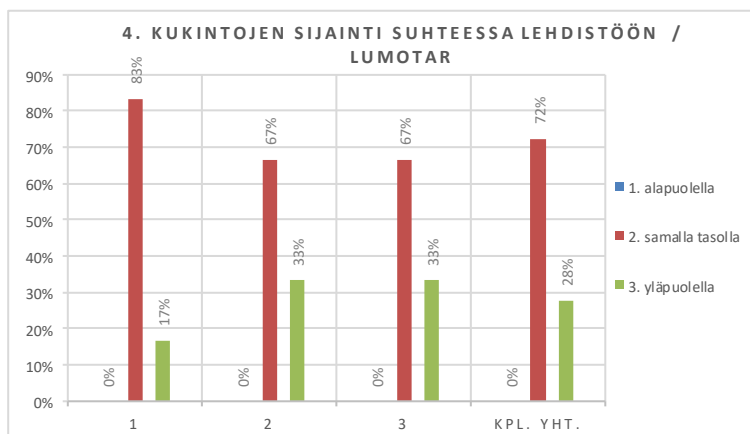
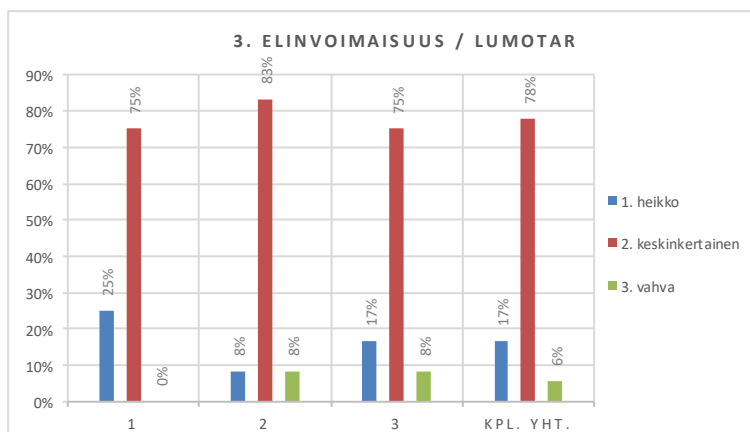
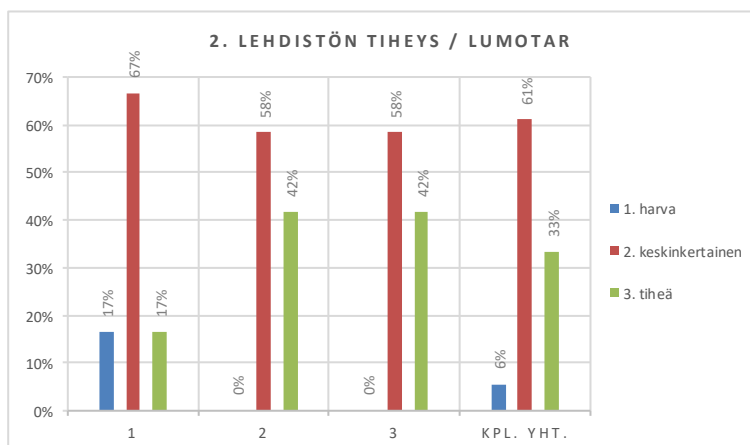
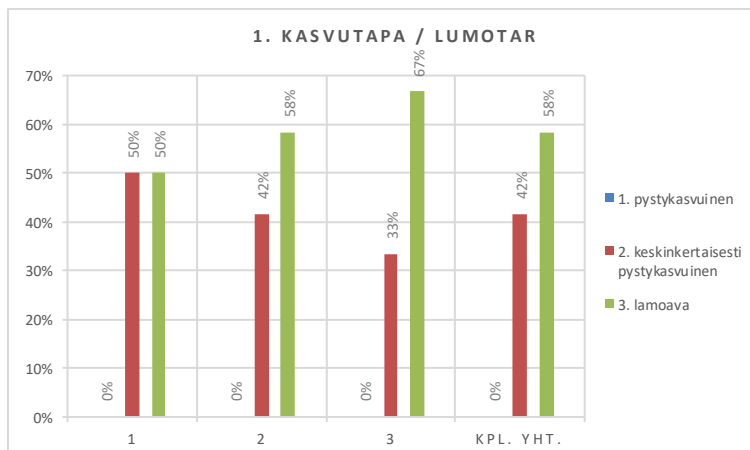
VARIANSSIANALYYSIN TULOKSIA

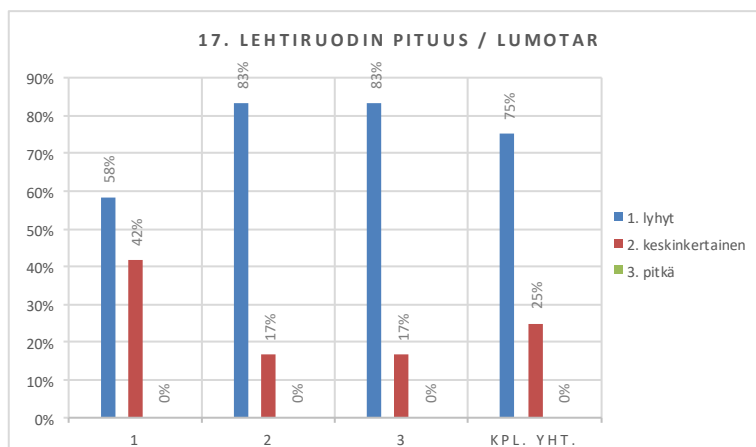
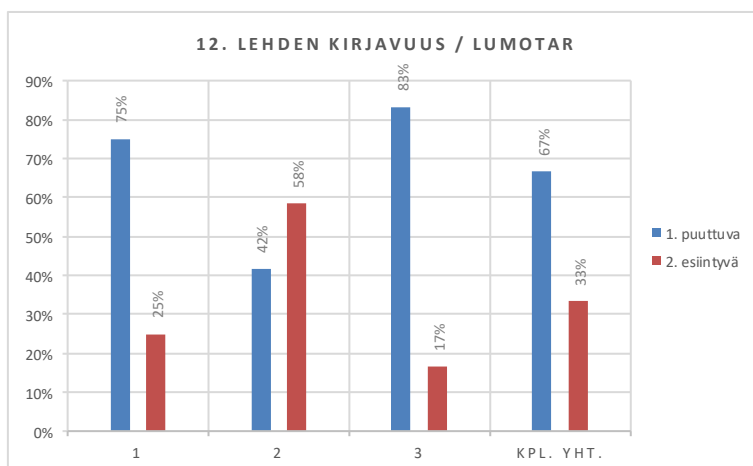
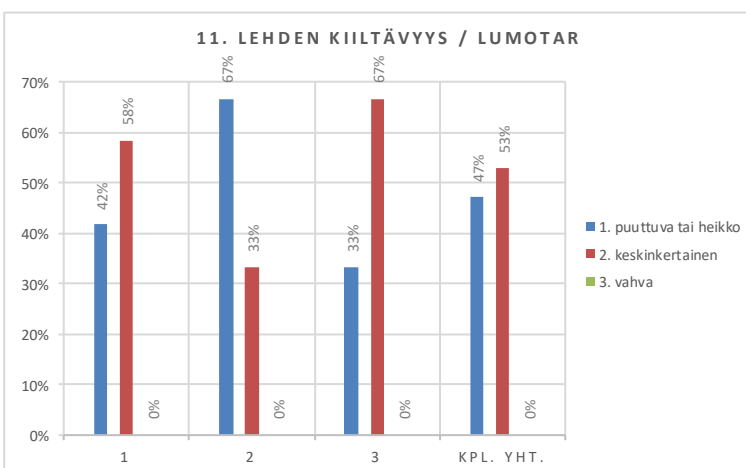
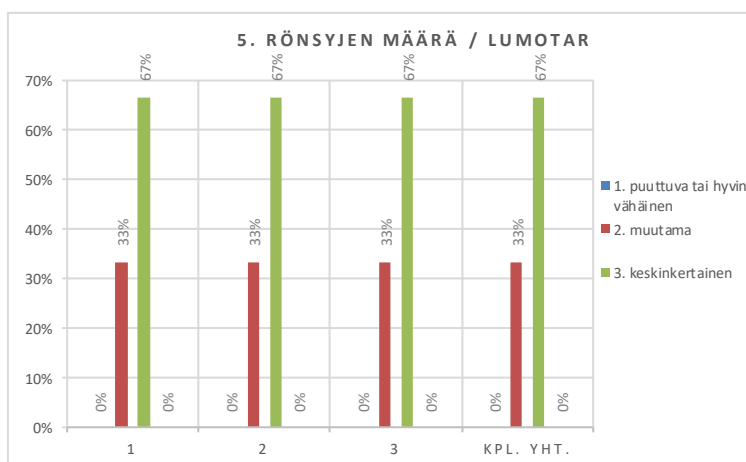
Lajike	Selittävä muuttuja	Selittävä muuttuja	Vapausasteiden lukumäärä	F-arvo	P-arvo	
Lumotar	Kukkavanat	Istutusvuosi	2	18,7157	<,0001**	
		Kasvupistelinja	2	3,9764	0,0396*	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	4	1,6195	0,2178 ^{em}	
	Normaalit raakileet	Istutusvuosi	2	57,8583	<,0001**	
		Kasvupistelinja	2	2,7679	0,0928 ^{em}	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	4	0,9585	0,4567 ^{em}	
	Epämuotoiset raakileet	Istutusvuosi	2	22,6914	<,0001**	
		Kasvupistelinja	2	4,4411	0,0292*	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	4	3,1326	0,0442*	
Ria	Kukkavanat	Istutusvuosi	3	6,2705	0,0031**	
		Kasvupistelinja	2	7,2962	0,0037**	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	6	0,1545	0,9861 ^{em}	
	Normaalit raakileet	Istutusvuosi	3	8,9641	0,0005**	
		Kasvupistelinja	2	8,5853	0,0018**	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	6	0,5080	0,7957 ^{em}	
	Epämuotoiset raakileet	Istutusvuosi	3	8,9337	0,0005**	
		Kasvupistelinja	2	0,1700	0,8448 ^{em}	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	6	0,3462	0,9045 ^{em}	
	Polka	Kukkavanat	Istutusvuosi	5	24,1549	<,0001**
			Kasvupistelinja	5	1,0773	0,3805 ^{em}
			Istutusvuosi * Kasvupistelinja	25	0,8331	0,6881 ^{em}
Normaalit raakileet		Istutusvuosi	5	19,6370	<,0001**	
		Kasvupistelinja	5	1,3207	0,2654 ^{em}	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	25	1,1271	0,3385 ^{em}	
Epämuotoiset raakileet		Istutusvuosi	5	22,2495	<,0001**	
		Kasvupistelinja	5	1,0246	0,4100 ^{em}	
		Istutusvuosi * Kasvupistelinja	25	1,0948	0,3717 ^{em}	

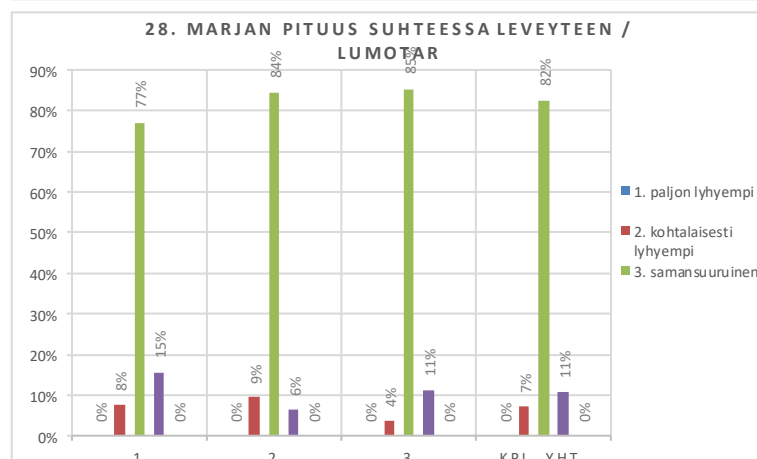
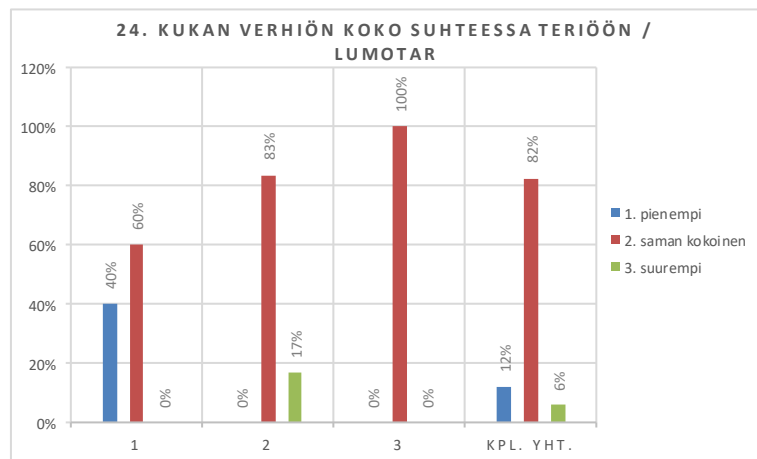
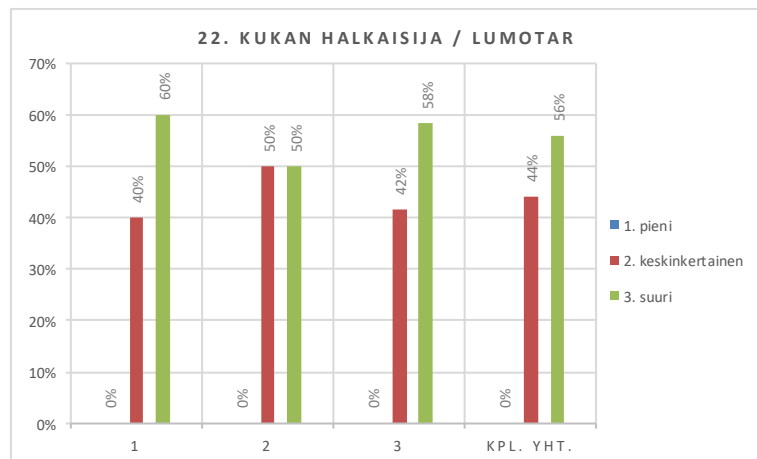
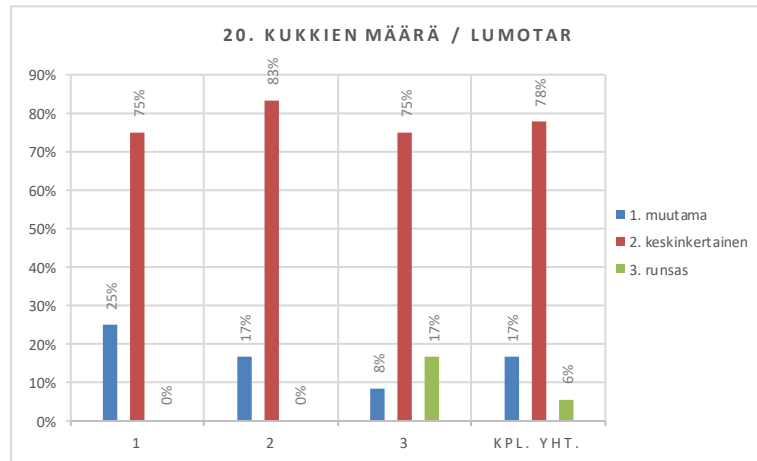
*, **: p < 0.05, p < 0.01; em: ei merkitsevä

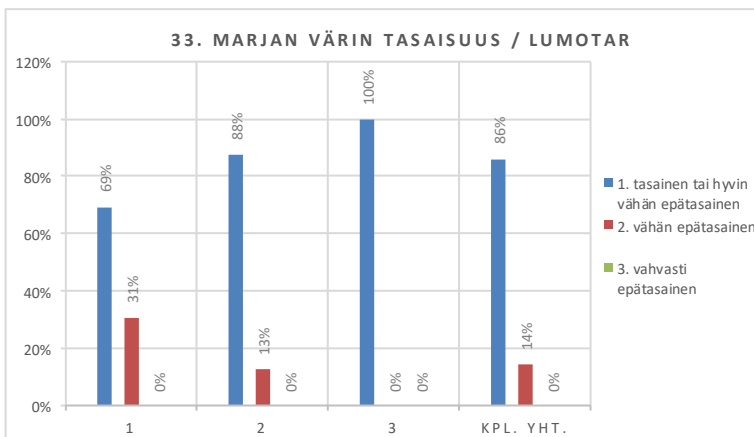
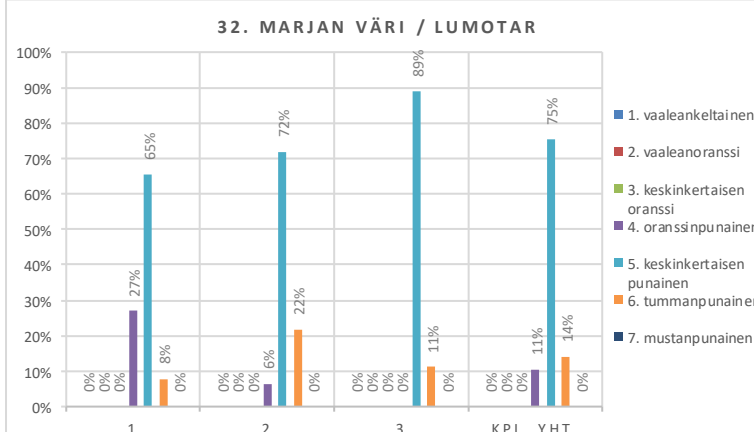
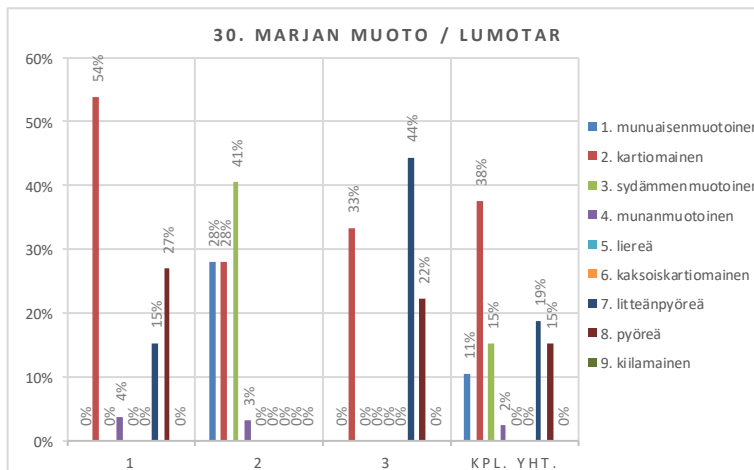
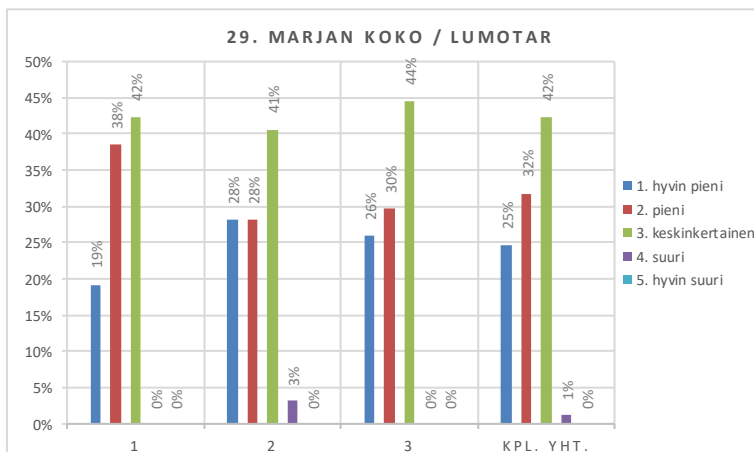
FREKVENSSIKUVAAJAT LUMOTAR

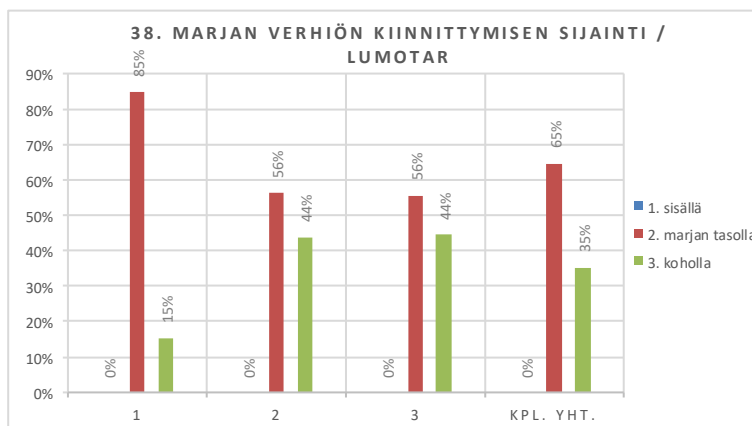
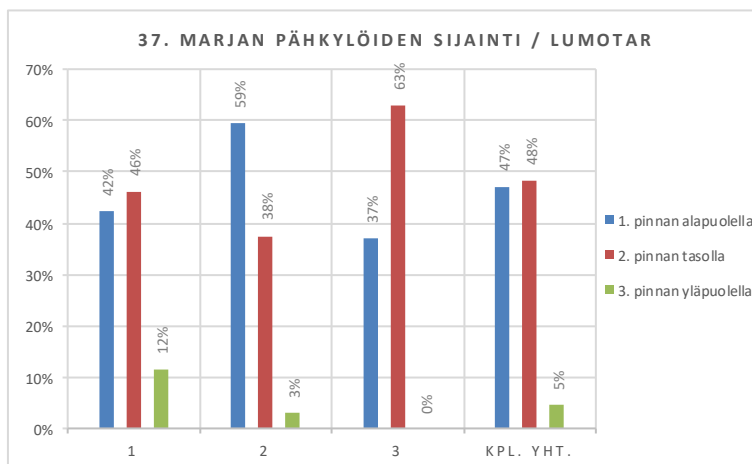
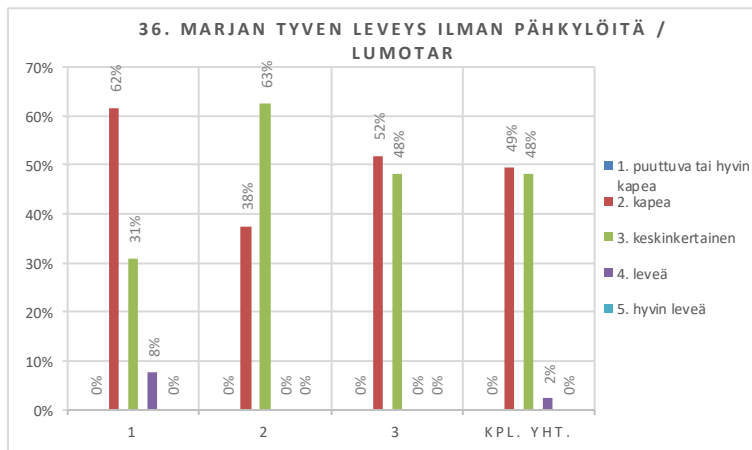
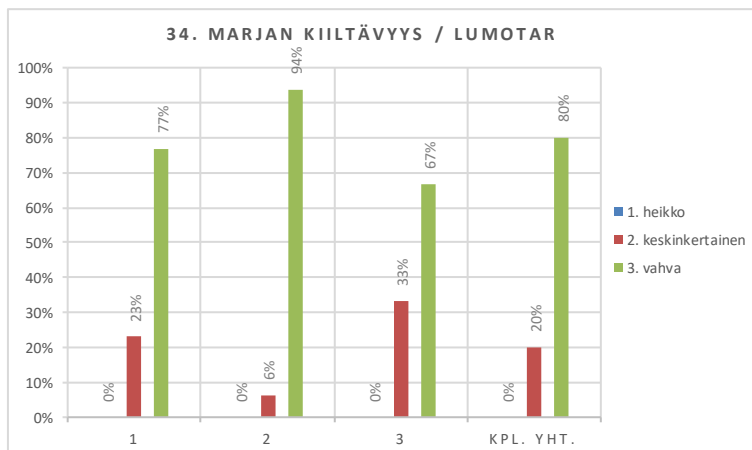
Poikkeavia arvoja 5 tai alle (Taulukko 2) ja havainto 8 (Kuva 9) luvussa 6.3.

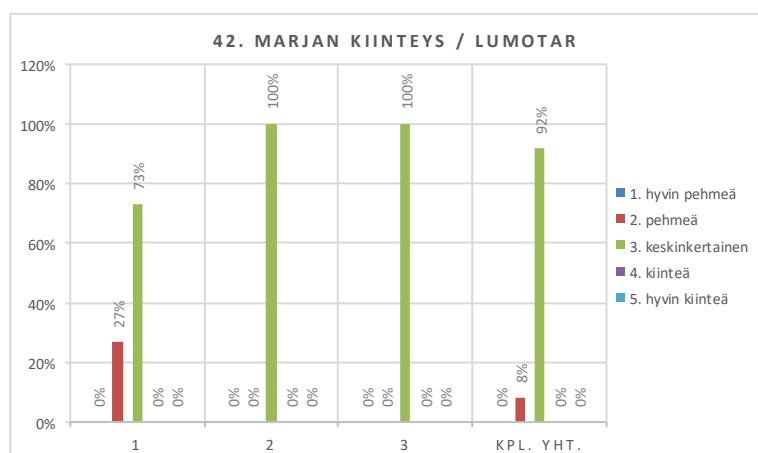
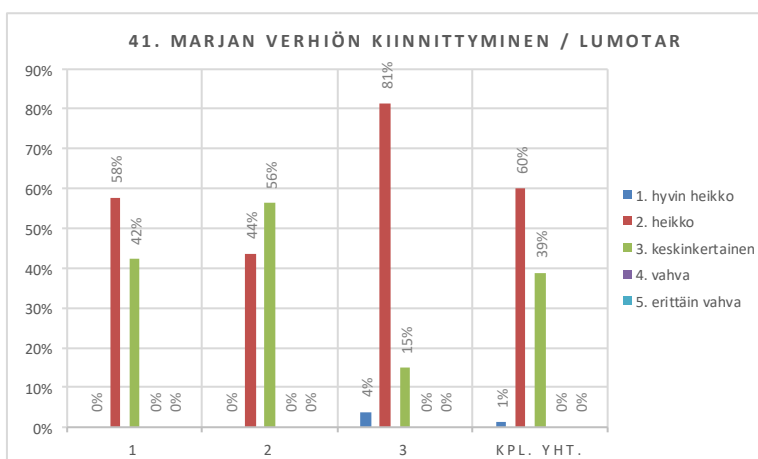
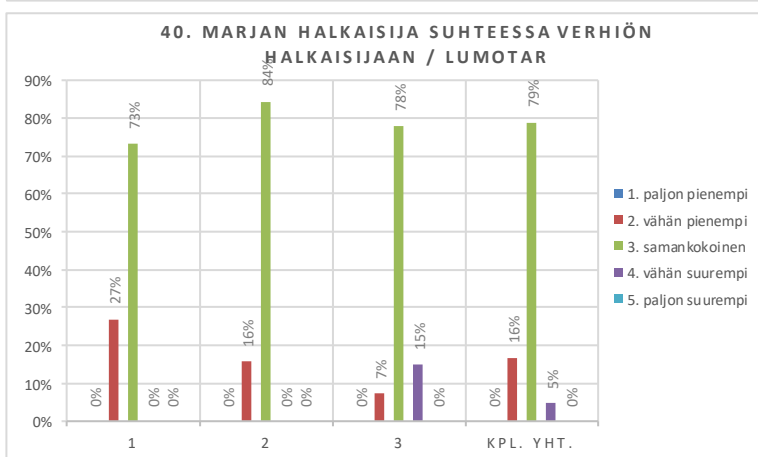
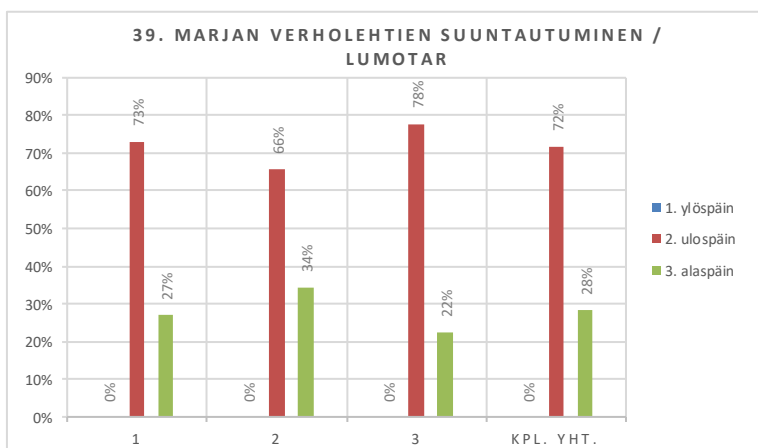


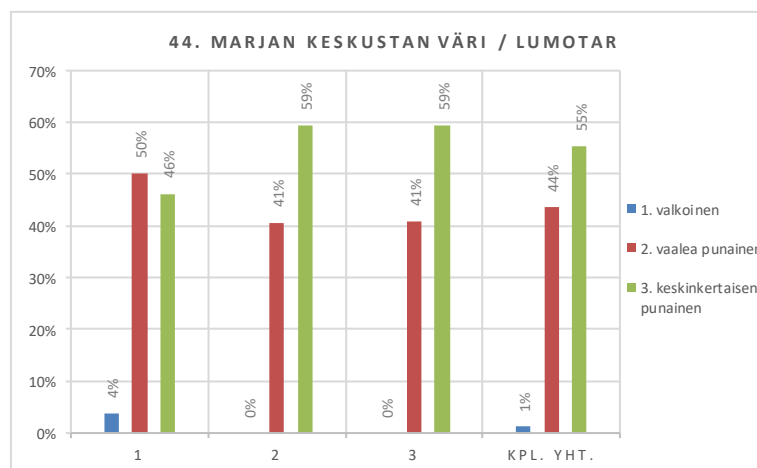
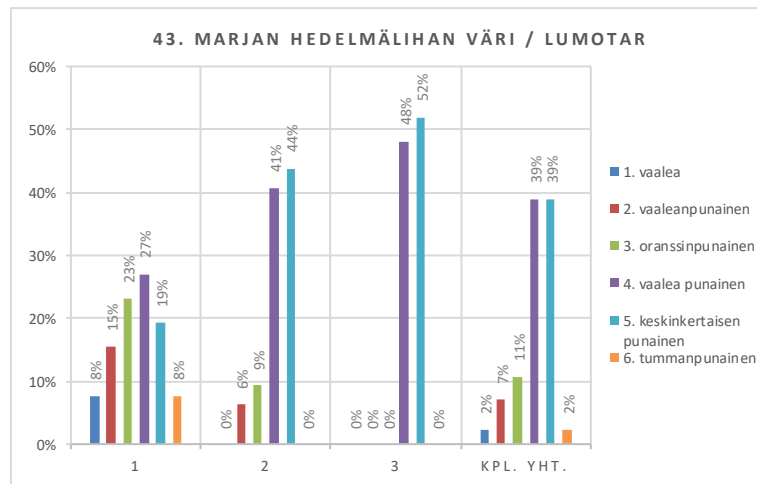






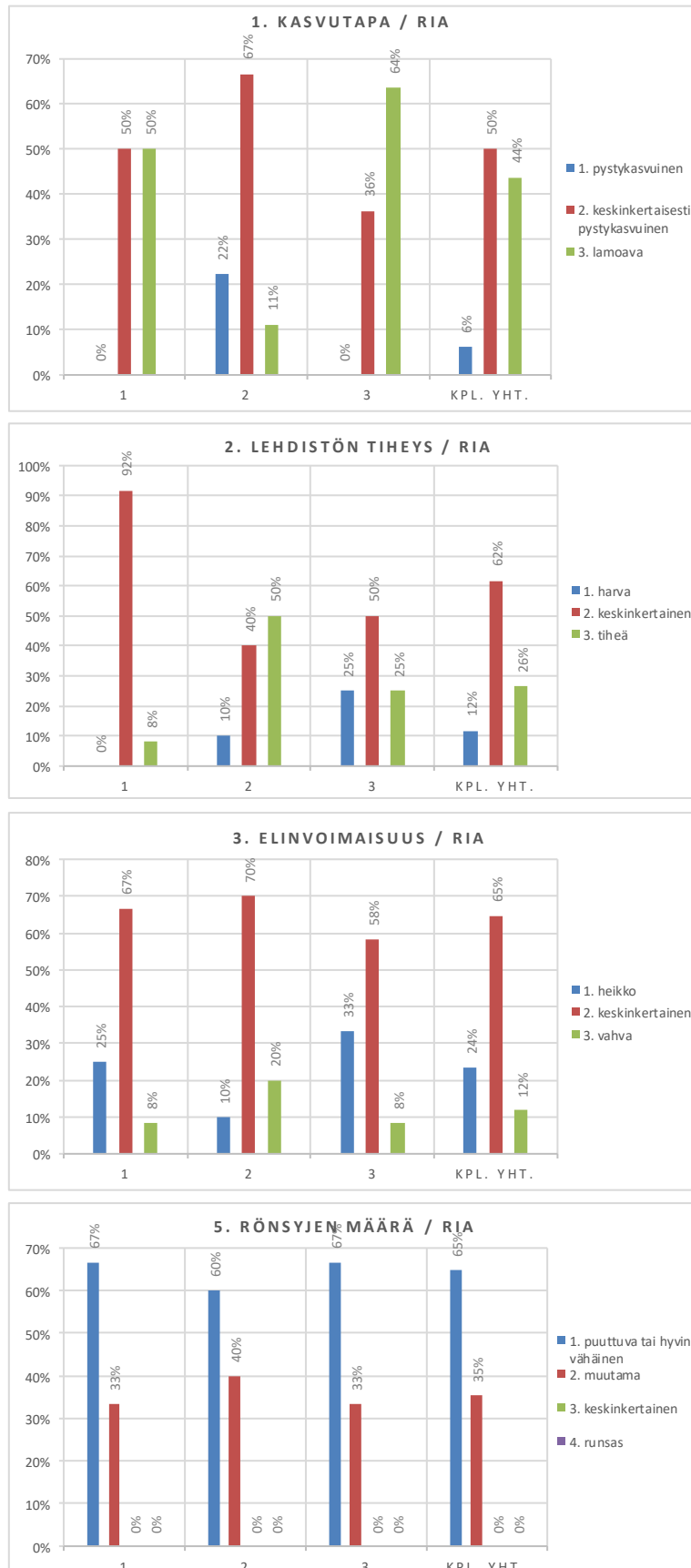


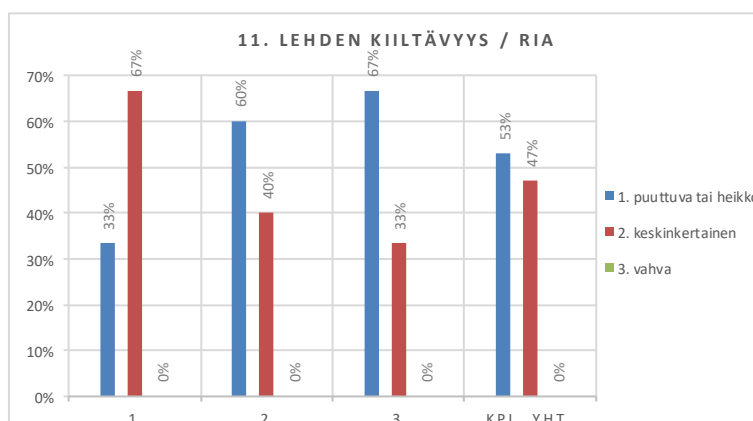
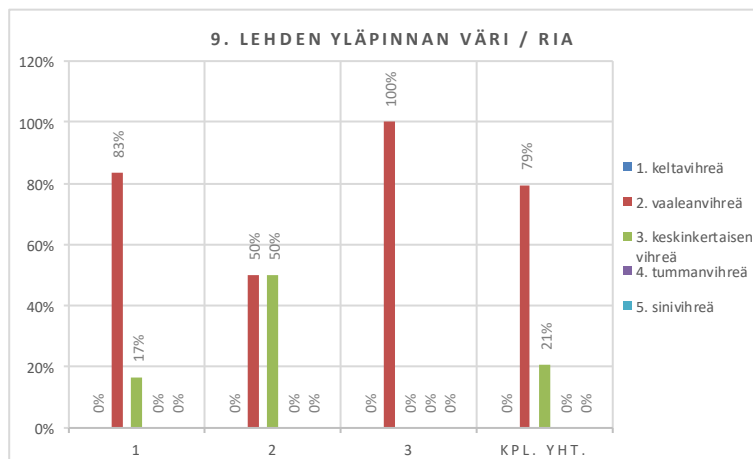
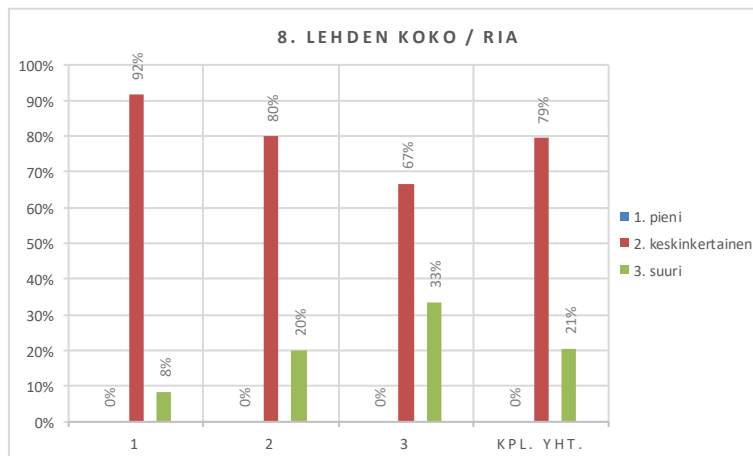
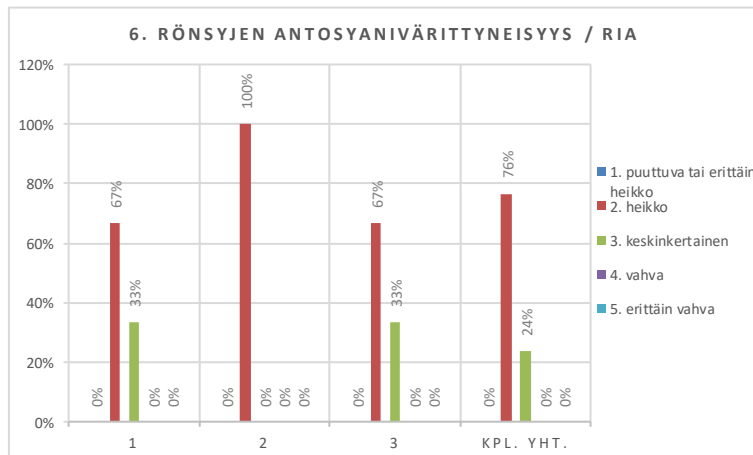


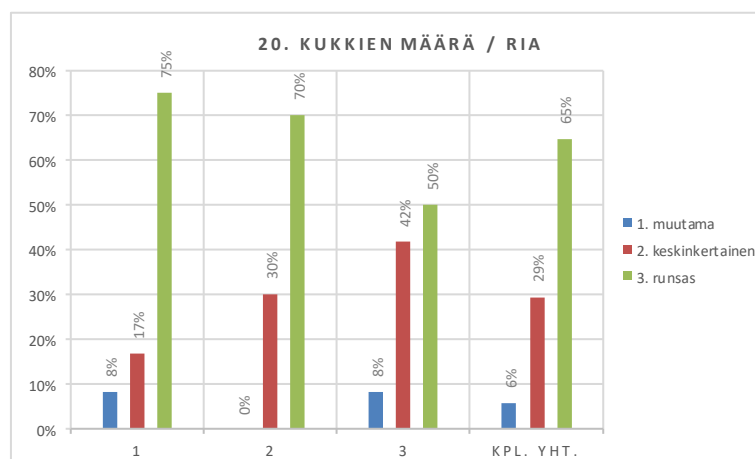
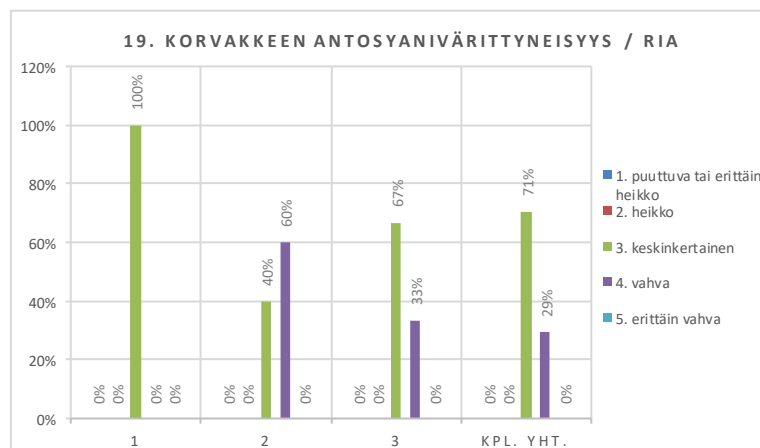
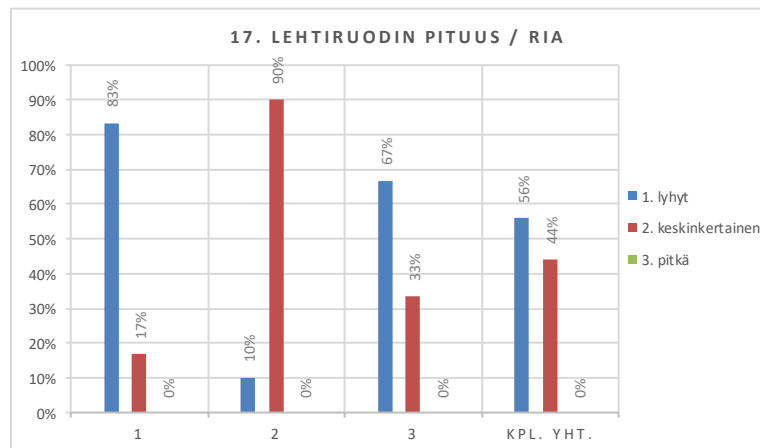
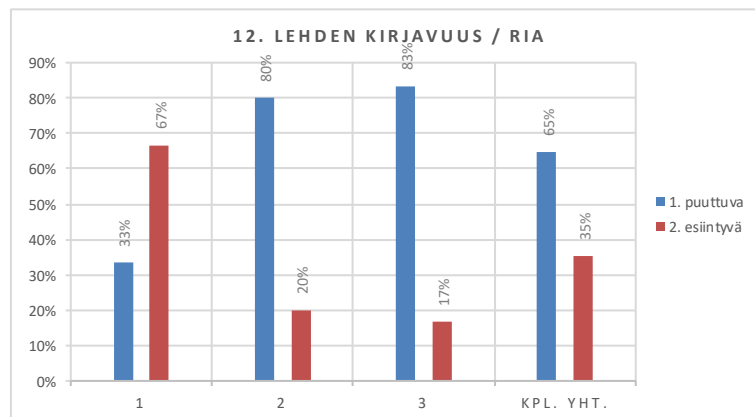


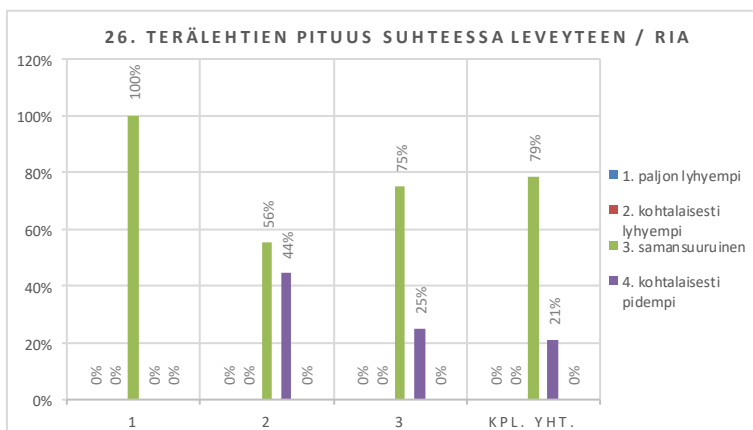
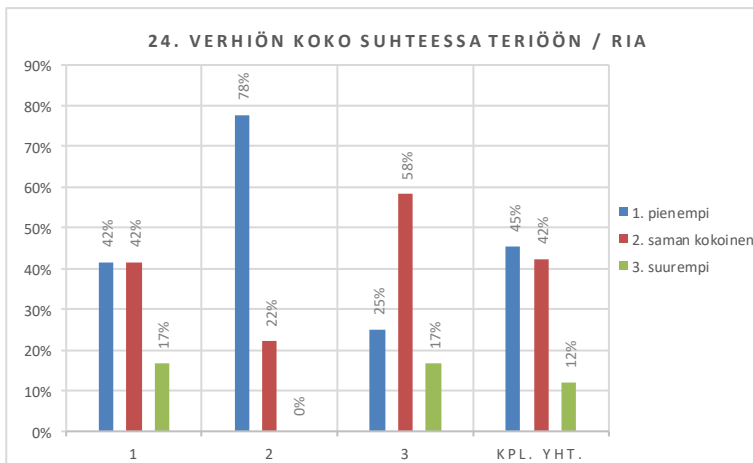
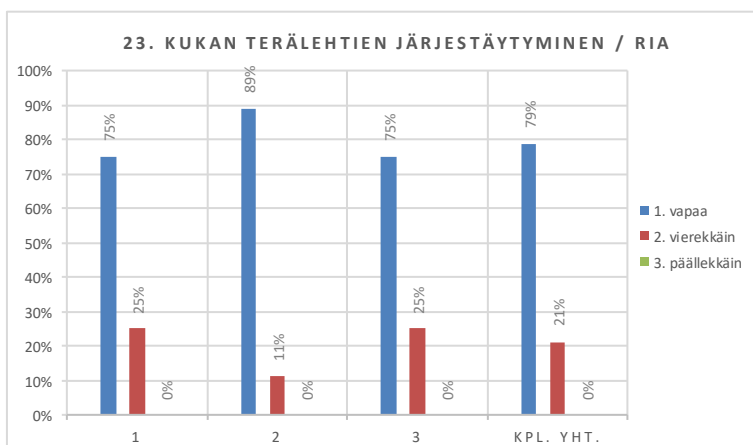
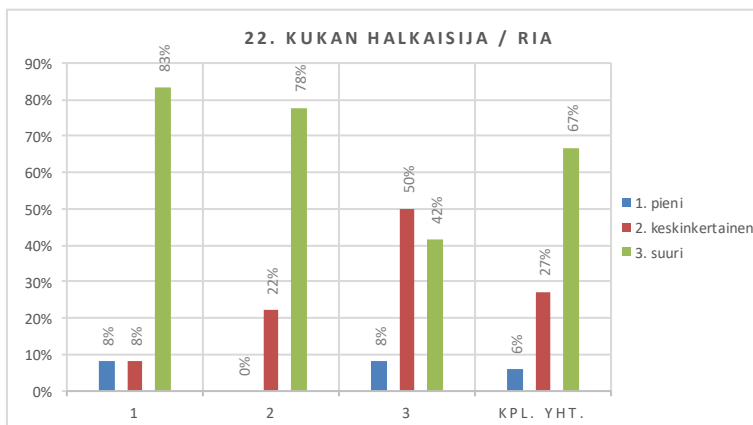
FREKVENSNIKUVAAJAT RIA

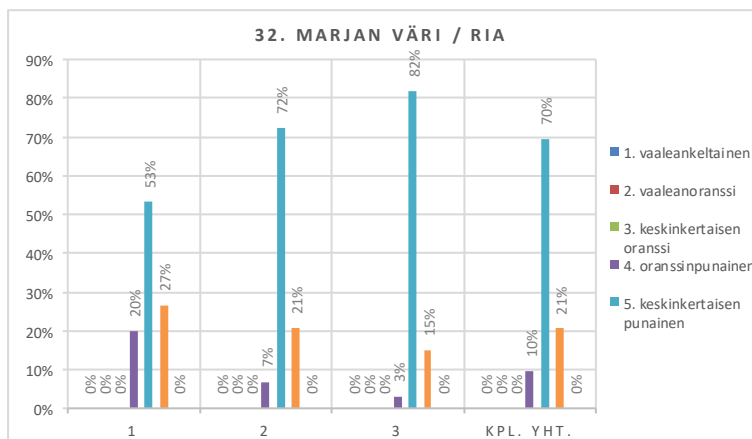
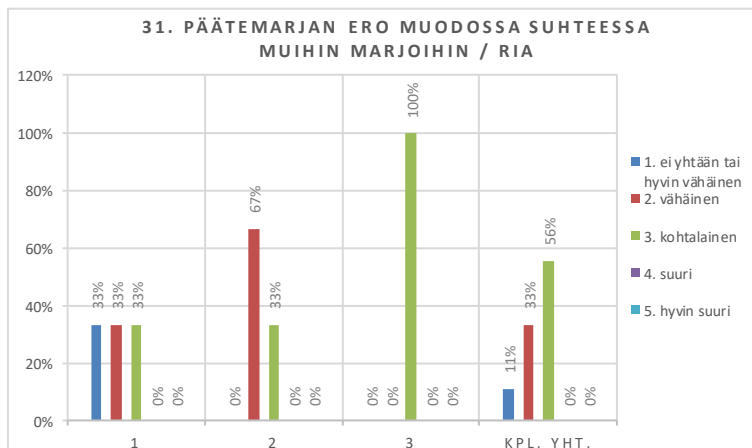
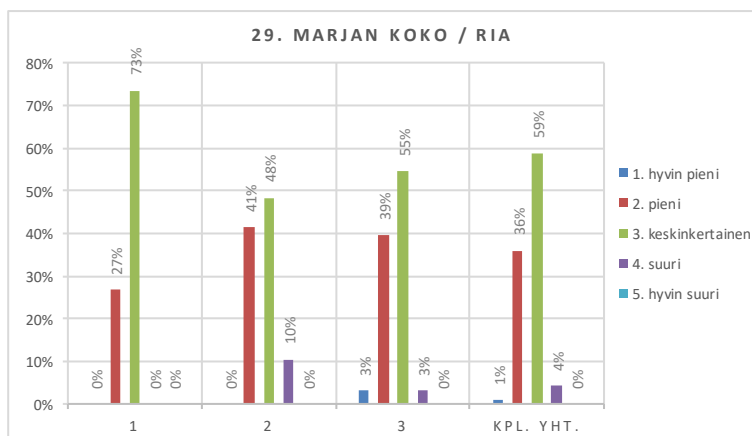
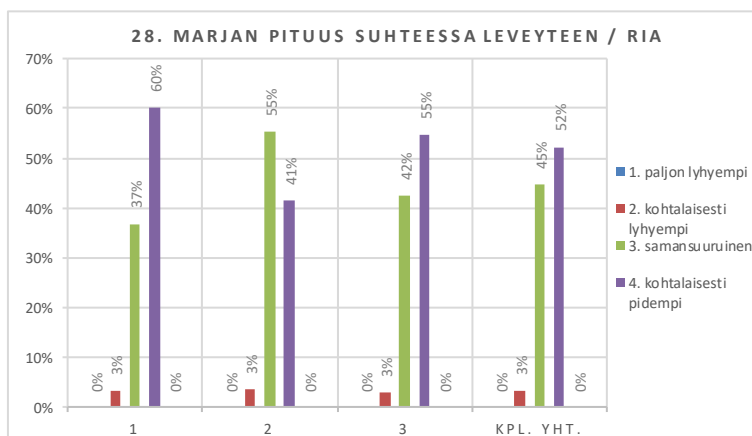
Poikkeavia arvoja 5 tai alle (Taulukko 2) ja havainto 30 (Kuva 10) luvussa 6.3.

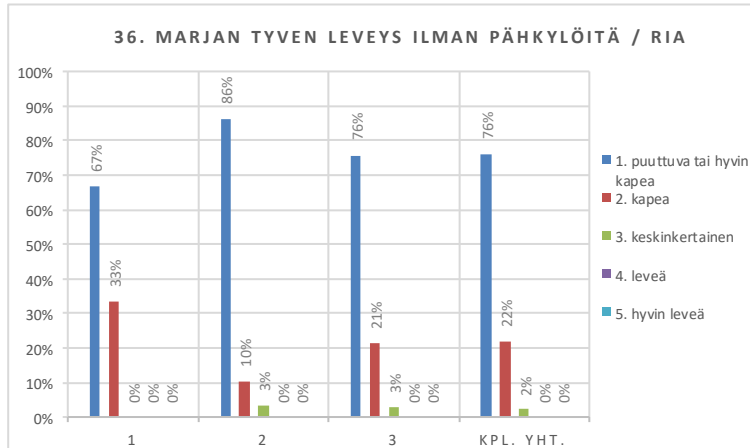
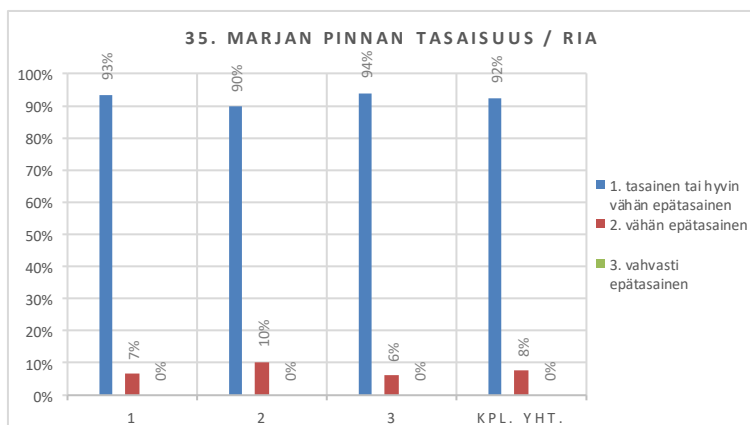
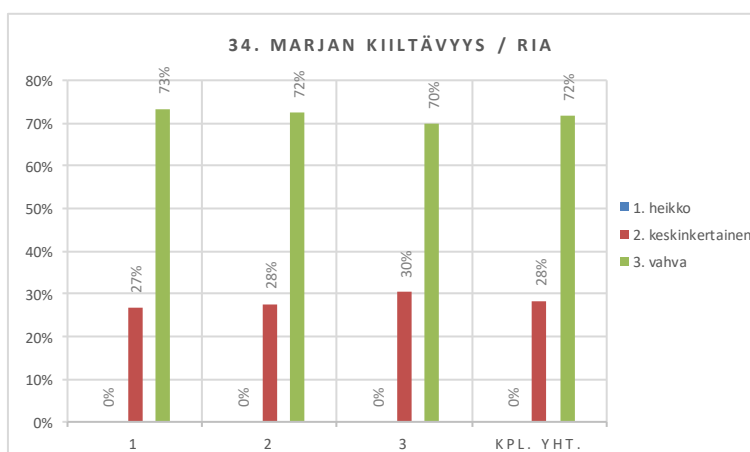
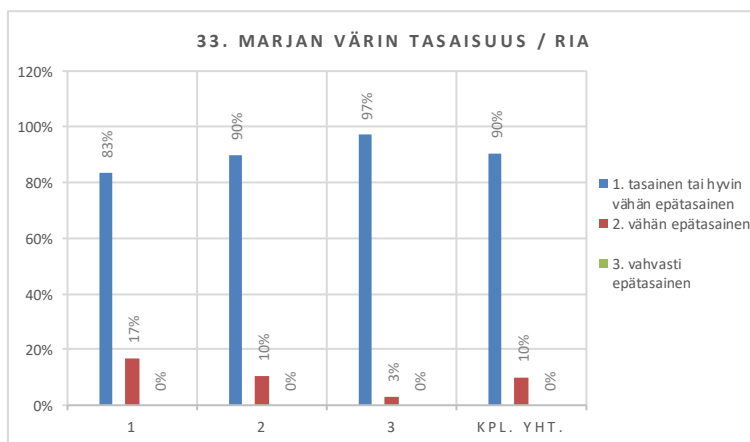


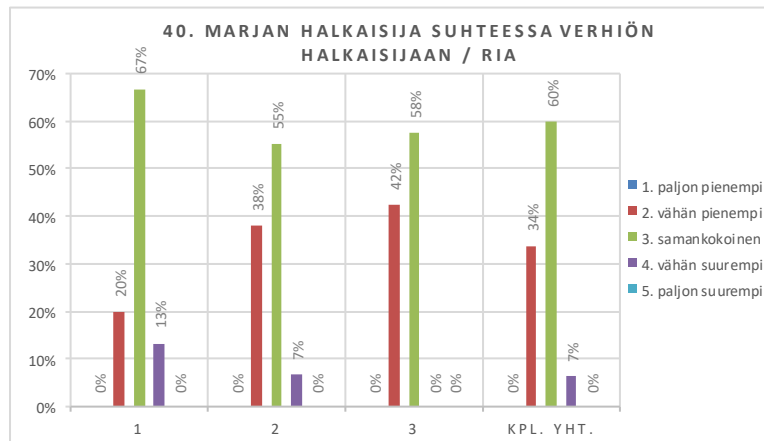
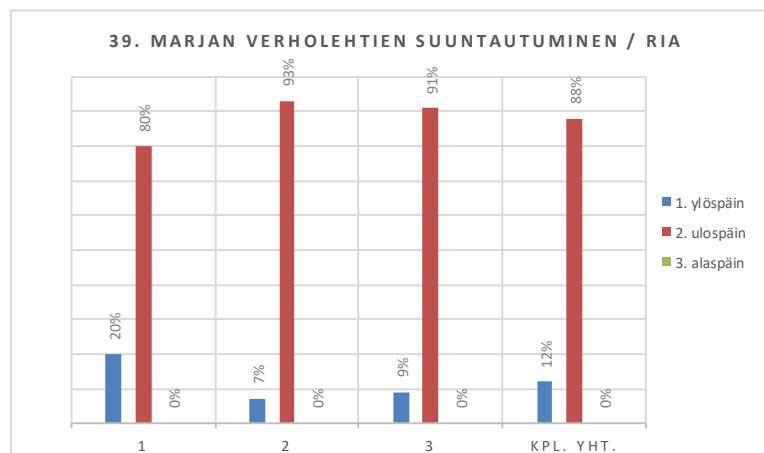
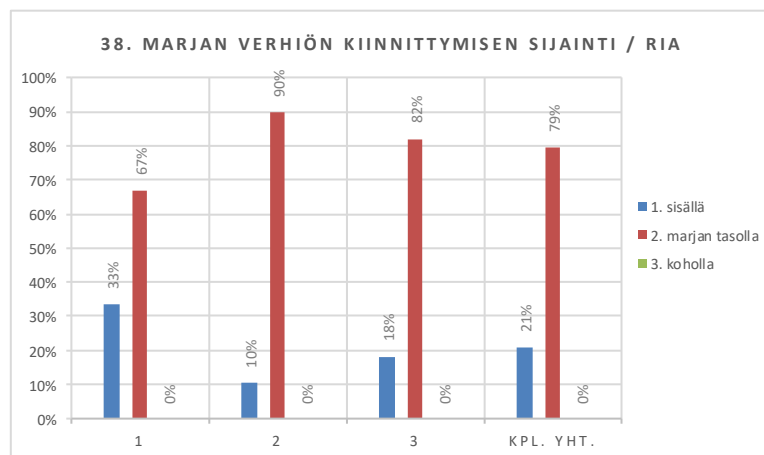
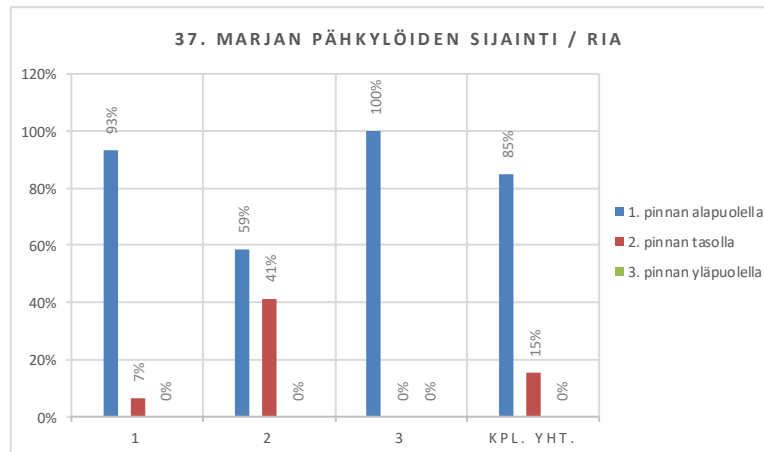


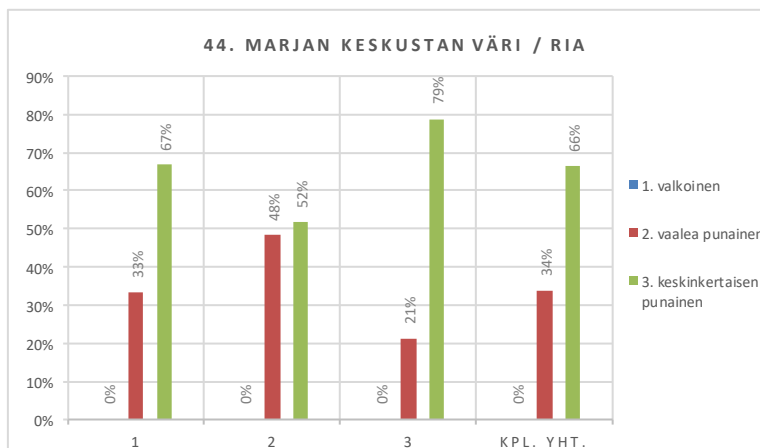
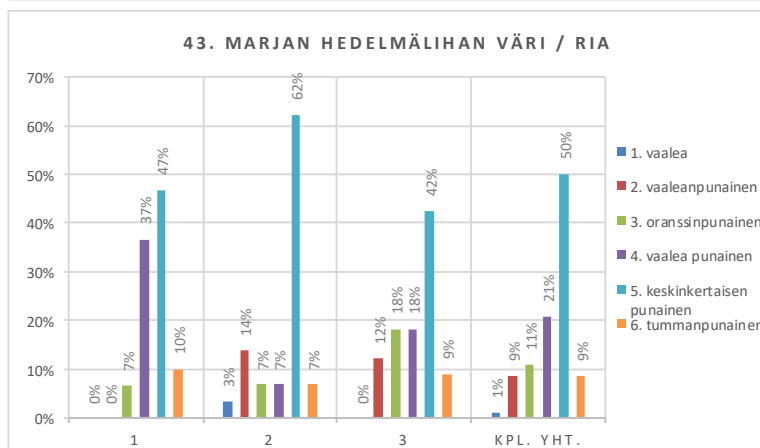
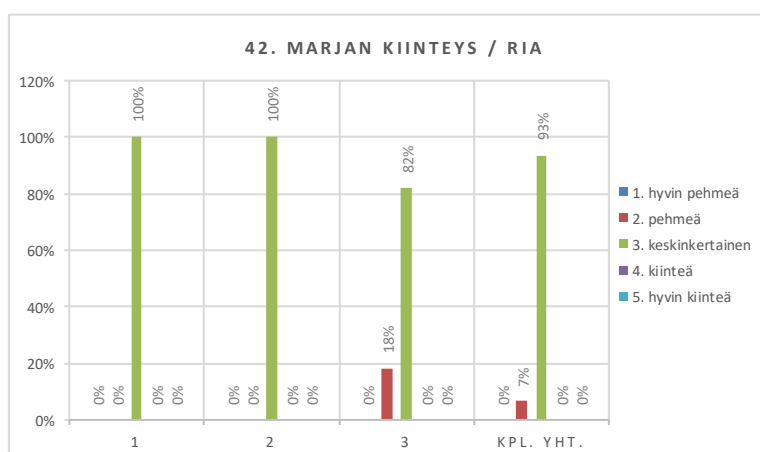
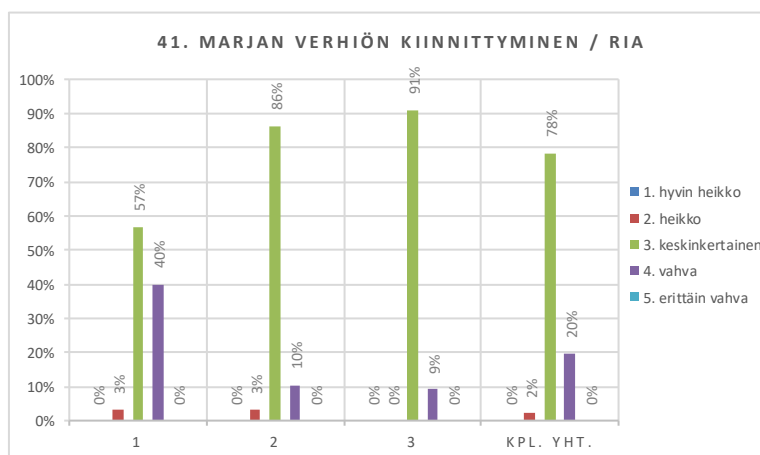


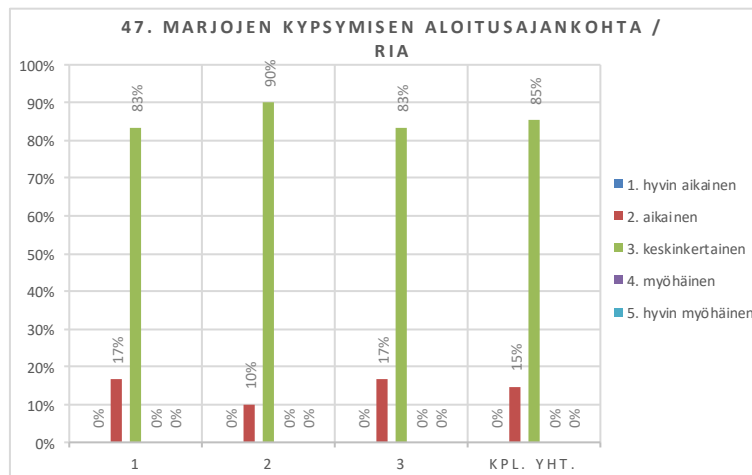
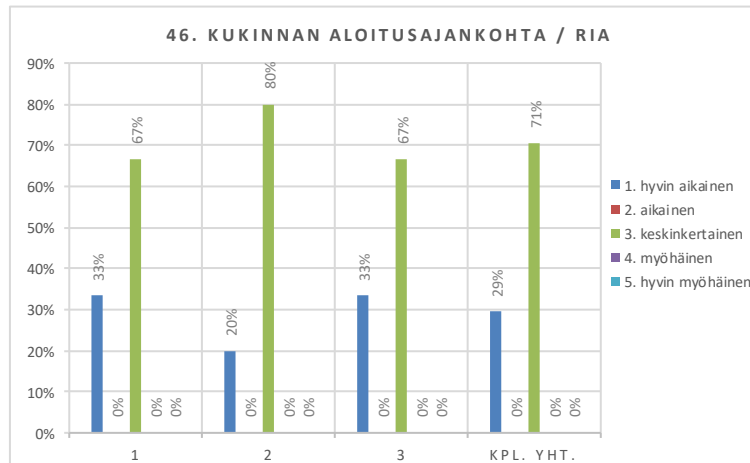












FREKVENSNIKUVAAJAT POLKA

Poikkeavia arvoja 5 tai alle (Taulukko 2) ja havainto 1 (Kuva 11) luvussa 6.3.

