



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



SATOTAIMET SAVOSTA 2019-2022

-tietoa satotaimien tuotantoon

Harri Kokko, Anna Toljamo, Johanna Riikonen ja Raija Kumpula



Versio 13.2.2023



SATOTAIMET SAVOSTA

Sisällys

Johdanto	1
Mansikan viljelyssä käytetyt taimityypit	1
Taimitarve	4
Mansikan taimituotannon mahdollisuudet Suomessa	5
Pistokasmateriaalin tuotanto LED-valotekniikalla kerrosviljelmässä	6
Kasvatusalustat/olosuhteet	12
Kukka-aiheiden muodostuminen ja siihen vaikuttavat tekijät	13
Kukka-aiheanalyysi	14
Talvivarastointi	15



Johdanto

Marjakasvien tuotannossa monet asiat rakentuvat käytetyn taimimateriaalin ympärille. Laadultaan heikoista taimista ei välttämättä synny riittävästi laadukasta satoa kattamaan tuotannosta aiheutuneita kustannuksia, vaikka muut tuotannontekijät olisivatkin kunnossa. Taimen laatu koostuu niin ulkoisista kuin sisäisistä ominaisuuksista. Hyvälaatuisen taimi on lajikeaito, vapaa kasvintuhoajista, rakenteeltaan elinvoimainen sekä omaa hyvän satopotentiaalin eli kyvyn tuottaa hyvä sato. Avomaatuotannossa hyvä talvenkestävyys on tärkeää Suomen oloissa.

Suurikokoisten paakkusatotaimien käyttö on yleistynyt mansikan tuotannossa, kun on siirrytty rajoitetun kasvualustan käyttöön tunneleissa ja kasvihuoneissa. Taimista saadaan suurempia satoja kuin avojuurisista taimista ja ne mahdollistavat marjantuotannon myös pääsatokauden ulkopuolella.

Mansikan viljelyssä käytetyt taimityypit

Lähes kaikki markkinoilla olevat taimet on tuotettu hyödyntäen mansikan kykyä tuottaa rönsoja. Muista kasvullisista lisäystavoista mikrolisäys on mahdollista, mutta kalliina lisäystapana se ei ole yleistynyt taimien kaupallisessa tuotannossa. Emotaimien varmenetussa tuotannossa mikrolisäys on käytössä oleva menetelmä. Siemenlisäys on kolmas tapa lisätä mansikkaa ja sitä käytetään lähinnä mansikan jalostuksessa. Viime vuosina markkinoille on tullut lisää erilaisiin viljelymenetelmiin sopivia taimityyppejä ja lajikevalikoima on laajentunut.

Mansikan taimia voidaan tuottaa joko *avojuurisina* tai *juurrutettuina paakkutaimina*, joilla kummallakin on sekä hyviä että huonoja puolia. Avojuuritaimi kasvatetaan pellolla tai penkissä maapohjalla ilman kasvatusastiaa. Avojuurisia taimia voidaan tuottaa *tuoretaimina* (engl. fresh plant) tai niitä voidaan varastoida, jolloin puhutaan *frigo-* taimista. Tuoretaimi istutetaan heti maasta noston jälkeen syksyllä. Kuljetusetäisyydet pitää ottaa huomioon, jolloin niiden käyttö on yleisintä tuotantoalueen lähietäisyydellä.

Mansikan avojuurinen frigo- taimi nostetaan maasta myöhään syksyllä (tai keväällä) taimen lepotilan jo alettua, varastoidaan talven yli ja istutetaan peltoon keväällä ennen kasvun käynnistymistä. Frigo- taimi -nimitys viittaa taimien varastointitapaan. Noston jälkeen taimesta poistetaan suurimmat lehdet, lajitellaan eri kokoluokkiin ja sen jälkeen varastoidaan laatikoissa muoviin käärittynä n. -1,5 asteen lämpötilassa.

Taimen kokoluokka määrittelee sen satopotentiaalin istutuskesänä (Kuva 1). *Satotaimiksi* lasketaan ne frigotaimityypit, joista saadaan merkittävää satoa jo istutusvuonna, noin 8—



9 viikon kuluttua istutuksesta. Suomessa avojuuriset frigo- taimet tulivat laajaan käyttöön 1990-luvulla, kun tuonti helpottui EU:n myötä. Kiinnostus ulkomailta tuotuja frigo- taimia kohtaan kasvoi, kun niistä saatiin satoa jo istutusvuonna.



Kuva 1. Lajiteltuja *Polka* –lajikkeen avojuurisia taimia Rapon taimistolla tammikuussa 2018. Kuva: R.Kumpula

Frigo-taimia tuotetaan useissa Euroopan maissa. Suurin osa Suomeen tuotavista frigo-taimista tuotetaan Hollannissa. Mutta myös Puolasta, Espanjasta ja Saksasta tuodaan taimia Suomeen.

Avojuuristen taimien tuottaminen ja kuljetus ovat edullisempia kuin juurrutettujen taimien. Lisäksi ne sopivat käsin istutukseen ja joihinkin istutuskoneisiin. Taimien kasvuun lähtö istutuksen jälkeen pysähtyy yleensä hetkeksi ja taimien käsittelystä on huolehdittava hyvin ennen istutusta. Avojuurisilla taimella on suurempi tautiriski kuin juurrutetuilla taimilla, koska taimi on kasvanut maapohjalla. Niiden tuotantokustannukset ovat edullisemmat ja tuotanto pidemmälle koneellistettavissa kuin paakkutaimilla.

Paakkutaimi-nimitystä käytetään taimesta, joka on juurrutettu turpeelle tai muulle vastaavalle kasvualustalle. Juurrutus- tai kasvualustana voidaan käyttää myös kookos- tai muita kuitu- alustoja tai alusta voi olla inaktiivinen. Paakkutaimet voidaan istuttaa kasvussa olevina tai lepotilaisina, jos ne on varastoitu frigo- taimien tavoin kylmävarastossa.

Kooltaan suurimmat taimet ovat *odotuspetitaimia* (WP) tai *tray-taimia* (TP) ja niitä käytetään yleisimmin kasvihuone- tai tunnelituotannossa. Odotuspetitaimien eli penkkisato- taimien alkumateriaalina käytetään samana kesänä tuotettuja rönsytymisiä. Ne istutetaan uudelleen jatkokasvatukseen. Taimet saavat kasvaa marras-tammikuulle, jolloin ne



lepotilaisina voidaan nostaa pois ja laittaa kylmävarastoon. Odotuspetitaimien tuotannossa on paljon työvaiheita, mikä nostaa niiden hintaa.

Mansikan viljelyssä voidaan käyttää myös suurikokoisia paakkusatotaimia, joita kutsutaan tray-taimiksi (tray plants TP). Ne tuotetaan erillisillä tray-pot alustoilla ja niiden tuottamiseen tarvitaan tasainen taimikenttä, missä on kastelu- ja lannoitusjärjestelmä. Tuotanto vaatii paljon käsityötä ja taimien hinta sen vuoksi korkea verrattuna avojuuritaimiin. Paakkusatotaimilla on verraten varma kasvuun lähtö ja yleensä suuri ja hyvälaatuinen sato.

Juurrutettujen paakkutaimien tilantarve kasvatuksessa, varastoinnissa ja kuljetuksessa on suurempi kuin avojuurisilla taimilla. Lisäksi niiden juurtuminen on varmempaa, koska paakun sisällä on koko ajan toimiva juuristo. Myös taimien kasvuun lähtö on nopeaa.

Marjakasvien taimituotannossa on otettava huomioon mm. jalostajanoikeudet. Asiasta lisää Luonnonvarakeskuksen (2018) julkaisemassa Marjakasvien taimituotannon lainsäädäntö oppaassa, jonne linkki >> [tästä](#)

Suomessa on vaikea kilpailla ulkomaisten taimistojen kanssa, koska kasvukausi on meillä paljon lyhyempi. Esimerkiksi Keski-Euroopan isoissa taimistoissa mansikan tray-taimien tuotanto tapahtuu avomaakentillä ja heillä on käytettävissä pitkä kasvukausi, jolloin taimet saavat kukintainduktion ja sen jälkeen pitkä ja lämmin syksy, joka takaa kukka-aiheiden jatkokehityksen. Alla oleva kuva on syyskuussa vuonna 2014 Hoogstratenista Hollannin ja Belgian rajalta. Tray- taimikennot on sijoitettu riveihin Mypex –kankaan päälle. Rönsyjen poisto ja kasvinsuojelu tehdään koneellisesti.



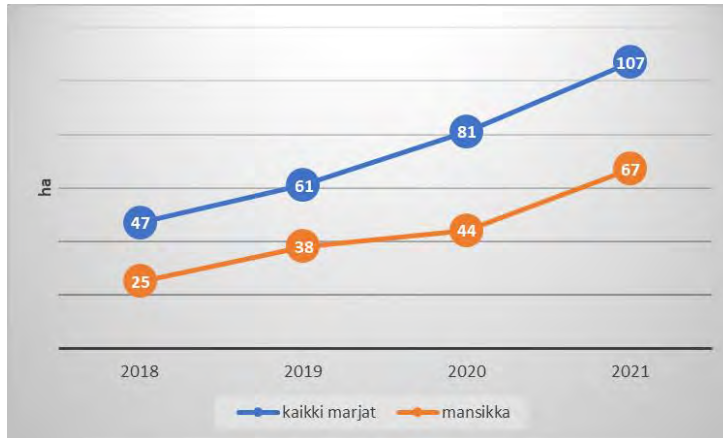
Kuva 2. Traypot -kenttä Hoogstraatenissa syyskuussa 2014 (kuva: R.Kumpula)



Kraege Beerenpflanzen Telgessä Saksassa lähellä Münsteriä tuottaa mansikantaimia n. 300 ha alalla usealla eri menetelmällä. Suurin osa tuotannosta on frigo- taimituotantoa, mutta myös tray-taimituotantoa on kehitetty viime vuosina. Uusin, 2 ha traypot- kenttä on suunniteltu siten, että sillä voidaan tuottaa mahdollisimman paljon korkealaatuisia taimia neliometriä kohti. Taimet kasvatetaan yhtä kaukana toisistaan, irti maapohjasta sekä alustojen alla olevasta juurenestokankaasta. Tilan käyttö on optimoitu menettämättä tilaa kulkuväylille. Kentällä on käytössä kiskojärjestelmä, jonka avulla voidaan helpottaa manuaalisia työvaiheita, kuten istutusta, rikkakasvien, kukkien ja rönsyjen poistoa. Kastelu, ruiskutukset ja lehtilannoitukset voidaan hoitaa 24 m leveän ruiskutustangon avulla, joka liikkuu 0-8 km/h nopeudella. Tälle kentälle on suunniteltu oma 12-reikäinen traypot -kasvatusalusta (60 x 40 cm), jossa tilavuus on 250 ml/reikä. Alustat voidaan pinota Eurokuormalavoille, ne voidaan puhdistaa koneellisesti ja täyttää täyttökoneilla. Tällä kentällä kasvatetut taimet ovat n. 3-4 snt/kpl kalliimpia kuin muilla kentillä kasvatetut. Taimistolla tuotetaan pääasiassa 'Malling Centenary' -lajikkeen taimia, mutta myös 'Flair'-lajiketta. Satoa taimista pitäisi saada 6-7 kg/rivimetri, jos saadaan vain 3-4 kg/rivimetri, taloudelliset tappiot ovat merkittävät. Hyvä taimi on muodostaa kolme juurakon haaraa ja sen odotetaan tuottavan vähintään seitsemän kukkavartta, jolloin satoa pitäisi saada 500-700 g/taimi. Varhainen pistokkaiden pistäminen pidentää taimien kasvu-aikaa. Rönsypistokkaat pistetään aikavälillä 10.6.-15.7. Taimikenttä tyhjennetään joulukuun alussa ja taimet siirretään kylmävarastoon. (www.kraege.de, Spargel & Erdbeer Profi 3/2021)

Taimitarve

Mansikan taimien menekki riippuu olennaisesti viljeltävästä pinta-alasta ja tuotantomenetelmästä. Tunnelissa viljeltäessä taimitarpeeksi voi arvioida 75 000 kpl/ha. Mansikan tunneliviljelyala oli Luken puutarhatilaston mukaan vuonna 2021 67 ha ja se on ollut viime vuosina kasvussa (kuva 3). Näin laskettuna, taimitarpeen tunneleihin voidaan arvioida olevan n. viisi miljoonaa tainta vuosittain.



Kuva 3. Marjantuotanto tunneleissa koko Suomi (ha) 2018-2021

Taimien tuottajien sekä maahantuojien haastatteluiden perusteella taimien kysyntä on ollut vakaassa nousussa. Tällä hetkellä Suomeen tulevat taimet pääasiassa Hollannista, mutta myös Italiasta, Espanjasta, Saksasta ja Puolasta. *Hedelmän- ja marjanviljelijäin liiton* viljelijäkyselyt osoittavat, että vuonna 2005 mansikan istutuksissa käytettyjen ulkomaisten taimien osuus oli noin 60 %, vuonna 2016 osuus oli lähes 90 %. (avojuuriset ja muut)

Suomessa tuotettava, kaupallinen mansikantaimituotanto on tällä hetkellä juurrutettujen paakkutaimien tuotantoa. Eri tuotantomenetelmiin sopivia taimityyppejä juurrutetuista taimista tullut viime vuosina lisää. Kotimaisten varmennettujen taimien neljä tuottajaa toimivat Tervetaimituottajat -nimellä. Vuosittain uusittava emokasvimateriaali tulee Luken ja Taimiemo Oy yhteistyönä mikrolisätyinä valioemona. Nyt tuotetaan noin neljä miljoonaa mansikan tainta vuosittain, määrä on lisääntynyt viimeisten 2—3 vuoden aikana yli 25 % aikaisempaan verrattuna. Taimituottajat markkinoivat ja toimittavat tuottamansa taimet itse suoraan ammattiviljelijöille.

Mansikan taimituotannon mahdollisuudet Suomessa

Vaikka mansikan lisäys on periaatteessa helppoa, asettaa Suomen ilmasto taimituotannolle rajoituksia verrattuna eteläisimpiin maihin. Lyhyempi kasvukausi vaikuttaa mm. siihen, että rönsytaimien määrät emokasvia kohden jäävät pienemmiksi kuin Keski-Euroopassa. Myös kukka-aiheiden muodostumisessa ja kehityksessä voi olla eroja. Suomessa satotaimien tuotantoa on vähäistä, mutta siihen on osoitettu kiinnostusta hankkeen aikana.



Kuvat 4 a) ja b) Emotaimien kasvatusta ja rönsypistokkaiden leikkausta Peuraniemen taimitarhalla kesällä 2020. Kuva: R.Kumpula

Pistokasmateriaalin tuotanto LED-valotekniikalla kerros- viljelmässä

Satotaimet Savosta -hankkeessa kehitettiin LED-valoihin perustuvaa viljelytekniikkaa, jonka avulla rönsypistokkaita voidaan tehokkaasti tuottaa pienillä pinta-aloilla kerrosviljelmissä. Kun rönsyt tuotetaan kevään aikana sisätiloissa, pistokasmateriaali on valmiina heti kesän alussa. Näin taimilla on koko kasvukausi aikaa kasvaa ja kehittyä. Rönsyjä voidaan kasvattaa myös kasvihuoneissa (kuva 4 a ja b) tai kesän aikana avomaalla, mutta koska hankkeessa keskityttiin rönsyjen LED-tuotantoon, seuraavassa käsitellään rönsypistokkaiden tuotantoa erityisesti LED-viljelyn näkökulmasta (kuva 5).



Kuva 5. Mansikan rönsytaimien kerroskasvatusta Itä-Suomen yliopiston tiloissa.

Emotaimet ja kasvatusjärjestelmä

Parasta emotaimimateriaalia rönsyntuotantoon ovat mikrolisätyt mansikantaimet, sillä ne ovat lähtökohtaisesti puhtaita kaikenlaisista taudinaiheuttajista ja tuholaisista. Emotaimiksi sopivat myös mikrolisäystaimista tuotetut rönsytaimet. Mikrotaimien istutus ja totutus uusiin kasvatusolosuhteisiin on kriittinen vaihe, koska ravintoalustalla, suljetuissa kasvatuspurkeissa kasvaessaan taimet ovat tottuneet hyvin erilaiseen kasvuympäristöön ja ovat siksi herkkiä esimerkiksi kuivumiselle ja voimakkaalle valolle. Ennen istutusta agar-alustan jäämät huuhdellaan pois mikrotaimien juurista, sillä ne voivat muuten toimia kasvualustana ei-toivotuille mikrobeille. Istutuksen yhteydessä taimia voi sumutella vedellä, jotta ne eivät pääse kuivumaan liikaa. Myös istutuksen jälkeen ilmankosteus on syytä pitää korkeana, ja taimia voi aluksi kasvattaa esimerkiksi muovisuojilla peitetyissä korkeareunaisissa kasvatusaltaissa. Noin viikon päästä istutuksesta, taimia voi alkaa vähitellen totuttaa matalampaan ilmankosteuteen raottamalla muovia asteittain. Tässä vaiheessa on tärkeää tarkkailla mahdollisia kuivumisoireita, ja säätää muovisuojan avonaisuutta sen mukaan. Kosteissa kasvatusolosuhteissa harsosääsket saattavat päästä lisääntymään, jolloin niiden torjunta esimerkiksi isosukkulamatojen avulla voi olla tarpeen.

Ensimmäisten viikkojen ajan taimia voidaan kasvattaa pienemmässä tilassa, esimerkiksi kasvatuskennoissa, ja istuttaa vasta sen jälkeen suurempiin ruukkuihin. Testasimme hankkeessa kahden erikokoisen ruukun vaikutusta rönsyjen tuottoon. Pienemmän



ruukun koko oli $9 \times 9 \times 10$ cm ja tilavuus valmistajan mukaan 0,59 l, kun taas suuremman mitat olivat $11 \times 11 \times 15,5$ cm ja tilavuus 1,18 l. Tulosten perusteella suurempi (1,18 l) ruukku toimi rönsytuotannossa paremmin kaikilla testatuilla lajikkeilla. Kasvialustana hankkeessa käytettiin useimmiten turpeen (Kekkilän puutarhaturve) ja puhallushiekan (raekoko 0,5-1,2 mm) seosta (3:1) tai turvetta, sammalta ja tupasvillaa sisältävää kasvualustaa (Kekkilä BVB Airboost 640 R8421), jotka molemmat osoittautuivat rönsytuotannossa hyvin toimiviksi ratkaisuiksi. Lisäksi rönsytuotannossa vertailtiin: Bernerin turvetta ja perliittiä sisältävää valmisalustaa, kasvusammalta (Biolan), kasvikuitalustaa (Kiteen Mato ja Multa) sekä turpeen ja hiekan seosta (3:1), mutta niiden välillä ei testiolosuhteissa havaittu eroja rönsytuoton suhteen.

Hankkeessa emotaimia kasvatettiin kahdessa tai kolmessa kerroksessa viljelykouruissa, missä taimien kastelu hoidettiin tippukastelun avulla. Yhdessä kerroksessa pinta-alaa oli neliömetrin verran ($0,4 \times 2,5$ m), ja sen valaisemiseen käytettiin kahta 120 cm:n mittaista LED-lamppua (à 80 W). Jokaiseen kerrokseen oli asennettu kaksi vierekkäistä kourua, ja emotaimia oli kerrosta (eli m^2) kohti 44 tai 48 kappaletta ruukun koosta riippuen. Hyllykehikkoon, ruukkujen yläpuolelle, kiinnitettiin tukinauhat, joiden päälle rönsyjonot nostettiin, kun ne olivat kasvaneet tarpeeksi pitkiksi (kuva 6). Tukinauhojen tarkoituksena oli ehkäistä rönsyjonojen taittumista ja ohjata niitä oikeaan suuntaan niin, etteivät rönsytimet pääsisi juurtumaan kiinni emotaimiruukkuihin. Jos emotaimiin pääsi kehittymään kukkavanoja, ne leikattiin mahdollisimman pian pois, jotta kukkien ja marjojen kehitys ei turhaan veisi resursseja rönsyjen kasvulta. Hankkeessa emotaimien istutus tehtiin yleensä helmikuun puolella ja rönsyt leikattiin touko-kesäkuun taitteessa. Leikatut rönsyjonot kerättiin muovipusseihin ja säilytettiin kylmävarastossa ($+ 2 \text{ }^\circ\text{C}$) pistämiseen asti. Satotaimikokeissa taimet pistettiin kasvatuskennoihin heti seuraavana päivänä rönsyjen leikkauksen jälkeen.



Kuva 6. Emotaimet kouruissa kerrosviljelmässä, jossa taimet kastellaan/lannoitetaan ruukkuun automaattisesti. Kuvassa näkyy tukinauhat, joilla rönsyjonot ohjattiin niin, että ne eivät pääse taitumaan.

Valaistus

Valo-olosuhteilla on ratkaisevan tärkeä merkitys mansikoiden rönsyntuotannossa. Tuotantoon voidaan vaikuttaa erityisesti päivän pituutta ja valon intensiteettiä säätämällä. Kausisatoisilla lajikkeilla pitkä päivä on rönsyenmuodostusta edistävä tekijä, ja valoa olisi hyvä olla 16–20 tuntia vuorokaudessa (Li ym. 2021). Satotaimet Savosta -hankkeessa rönsyntuotanto oli 20 tunnin päivässä runsaampaa kuin 16 tunnissa, mutta valaistukseen käytetty sähkönkulutus huomioiden näiden kahden käsittelyn välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja; rönsytaimia saatiin valaistukseen käytettyä kilowattituntia kohden yhtä paljon. Näin ollen tuotantoon voidaan suositella joustavasti 16–20 tunnin päivää prioriteeteista riippuen. Mikäli halutaan maksimoida rönsytaimien määrä, kannattaa säätää päivänpituus 20 tuntiin. Toisaalta 16 tunnin päivä voi tarjota paremmin mahdollisuuksia sähkölajujen säästöön, jos 8 tunnin pimeäjakso ajoitetaan vuorokauden tunteihin, jolloin sähkönhinta on kalleimmillaan. Jatkuvasatoisilla lajikkeilla päivänpituuden vaikutusta rönsyntuotantoon ei ole erikseen tutkittu, mutta ulkomaisissa tutkimuksissa jatkuvasatoisella 'Albion'-lajikkeella käytetty päivänpituus on ollut 12 tai 14 tuntia (Xu & Hernández 2020; Shi ym. 2021).

Valon intensiteetillä eli voimakkuudella on niin ikään suuri vaikutus kasvien kasvuun. Mikäli valotaso on liian matala, kasvit eivät kykene saamaan täyttä hyötyä myöskään muista kasvatukseen käytetyistä resursseista. Tämä havaittiin Satotaimet Savosta -hankkeessa toteutetussa kammiokokeessa, jossa testattiin valotason ($100\text{--}115\ \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ tai $210\text{--}245$



$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$), hiilidioksidilannoituksen ja ravinneliuoksen johtokyvyn vaikutusta rönsyntuot-
toon. Optimaaliseen valotasoon voivat kuitenkin vaikuttaa myös muut tekijät, kuten tai-
men kehitysvaihe, lajike ja päivän pituus. Esimerkiksi juurrutusvaiheessa matalampi 90
 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$:n valotaso toimi mansikalla paremmin kuin 150 tai 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$:n valokäsitte-
lyt, kun taas myöhemmässä vaiheessa 270 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$:n valotaso oli kasvatukseen sopi-
vampi (Zheng ym. 2019a). Japanilaisella 'Benihoppe'-lajikkeella tehdyssä tutkimuksessa
intensiteetin kohot-taminen 250:stä 300:aan $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ lisäsi rönsyjen ja rönsytaimien
määrää 12 tunnin päivässä, mutta nosto 350:een $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ei enää antanut lisähyötyä
(Zheng ym. 2019b). Pidemmässä, 16 tunnin päivässä, hyötyä ei sen sijaan saatu inten-
siteetin nostamisesta yli 200:n $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$. Ylenmääräinen valo jopa heikensi taimien net-
tofotosynteesiä ja lehtivihreän määrää. Jatkuvasatoinen 'Albion'-lajike näytti sen sijaan
sietävän hyvinkin korkeaa valotasoa ja tuotti eniten rönsyjä intensiteetin ollessa 450
 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (Xu & Hernández 2020). Muut kokeessa testatut valotasot olivat 250 ja 350
 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ja käytetty päivänpituus 12 h. Vaikka korkein valotaso (450 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) tuotti
määrällisesti eniten rönsytaimia, energiatehokkuutta ajatellen paras saanto tässäkin tut-
kimuksessa saatiin matalimmalla 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$:n valotasolla. Tutkimusten perusteella
rönsyntuotantoon suositeltava valotaso on siis 200–280 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (Kim ym. 2010; Xu &
Hernández 2020; Zheng ym. 2019a; Zheng ym. 2019b).

Valon määrän lisäksi rönsyntuotantoon voidaan vaikuttaa myös valon spektrillä eli valon
aallonpituusjakaumalla. Yhteyttämisessä kasvit hyödyntävät valoa aallonpituusalueella
400 – 700 nm, mistä erityisesti punaiset ja siniset aallonpituudet ovat yhteyttämisestä kan-
nalta tehokkaita. Eri aallonpituuksilla on merkitystä myös kasvin kehitystä ohjaavina sig-
naaleina. Luonnonvarakeskuksessa tehtyjen tutkimusten mukaan kaukopunaisella va-
lolla on negatiivinen vaikutus rönsyjen muodostumiseen (Rantanen ym. 2020). Kauko-
punaisen valon osuuden minimointi (tutkimuksessa 4 % säteilystä) oli siis rönsyentuotolle
eduksi, mutta sen poistoa ei suositella kokonaan, sillä taimista voi tulla liiankin tiiviitä ja
vaurioalttiita (Rantanen ym. 2020). Tutkimuksia on tehty myös muiden aallonpituusaluei-
den painostuserojen vaikutuksesta rönsyntuottoon, mutta niissä vaikutukset ovat yleensä
olleet suhteellisen pieniä. Jos otetaan kasvien kasvun lisäksi huomioon myös ihmisen
näkökyky, valkoista valoa sisältävät laajan spektrin valaisimet, joissa on painotettu pu-
naisen ja sinisen valon aallonpituuksia, ovat rönsyntuotantoon hyvä valinta. Tällaisten
laajaspektristen valaisimien etuna on todenmukaisempi värientoisto, jolloin kasvuston
tarkkailu ja mahdollisten ravinnepuutosten ja tuholaivioitusten havaitseminen on hel-
pompaa. Satotaimet Savosta -hankkeessa testattiin kahden erilaisen laajan spektrin va-
laisimen vaikutusta rönsyntuottoon kolmella eri lajikkeella. Toinen spektreistä oli vä-
risävyltään kylmempi sisältäen enemmän sinistä valoa, kun taas toisessa oli enemmän
painotettu punaisen valon aallonpituuksia. Spektrien välillä ei ollut tilastollisesti merkitse-
viä eroja tuotettujen rönsytaimien suhteen, vaan molemmat toimivat rönsyntuotannossa
yhtä hyvin.



Lämpötila, ilmankosteus, hiilidioksidi, ravinneliuos

Lämpimien olosuhteiden tiedetään suosivan mansikalla rönsyntuotantoa, kun taas viileämpi lämpötila erityisesti yhdistettynä lyhyeen päivään käynnistää kausisatoisilla lajikkeilla kukka-aiheiden kehittymisen. Luonnonvarakeskuksen tutkimuksessa rönsyjä muodostui enemmän 27 °C:n kuin 24 °C:n päivälämpötilassa; yölämpötilan ollessa molemmissa käsittelyissä 22 °C (Rantanen ym. 2020). Toisessa viiden eri lajikkeen lämpötilakokeessa (17, 20, 23, 26 °C), eniten rönsyjä saatiin korkeimmassa 26 °C:een lämpötilassa, yhtä lajiketta lukuun ottamatta (Smeets ym. 1965). Optimilämpötiloissa voi siis olla lajikekohtaisia eroja, mutta yleisesti ottaen korkeahkot lämpötilat edistävät rönsyilyä. Useissa rönsyntuotantokokeissa päivälämpötila onkin säädetty 25–27 °C:een välille; ilman suhteellisen kosteuden ollessa 70–77 % (Kim ym. 2010; Li ym. 2021; Park ym. 2020; Xu & Hernández 2020; Zheng ym. 2019b). Mikäli näin korkeiden lämpötilojen ylläpito ei ole mahdollista, rönsyntuotanto hieman matalammassakin lämpötiloissa kyllä onnistuu, kunhan päivä on riittävän pitkä. Esimerkiksi Satotaimet Savosta -hankkeessa valtaosa rönsyntuotantokokeista järjestettiin olosuhteissa, joissa päivälämpötilat olivat 20–25 °C:een välillä ja päivän pituus 20 tuntia; ilman suhteellinen kosteus kasvatustiloissa vaihteli yleensä 40–60 % välillä.

Erilaisten lämpötila- ja ilmankosteusolosuhteiden yhteisvaikutuksia mansikan rönsyntuotannossa ei ole tutkittu, mutta yleisesti ottaen niillä tiedetään olevan olennainen vaikutus kasvien haihdutuskykyyn, ilmarakojen toimintaan ja sitä kautta ravinteiden ja hiilidioksidin saantiin. Ravinteita kasvit ottavat juurien kautta haihdutusvirran mukana, kun taas yhteytykseen tarvittava hiilidioksidi tulee lehtiin ilmarakojen kautta. Liian kosteassa ja/tai viileässä ilmastossa, haihdutus on vähäisempää, jolloin ravinteiden saanti voi häiriintyä. Jos taas ilma on hyvin kuivaa ja/tai kuumaa, kasvi pyrkii suojautumaan liialliselta haihdunnalta ja kuivumiselta sulkemalla ilmaraoit. Tässä tapauksessa hiilidioksidin saanti vähenee, yhteyttäminen heikkenee ja kasvin kasvu hidastuu. Rehevät rönsykasvustot tuottavat haihduttaessaan runsaasti kosteutta, minkä vuoksi kosteudenpoisto tiloista on välttämätöntä. Ilman liikkumista (ja haihdutusta) voidaan edistää asentamalla tiloihin tuulettimia.

Hiilidioksidilannoitusta kannattaa hyödyntää rönsyntuotannossa erityisesti silloin, kun rönsyjä tuotetaan suuria määriä hyvin eristetyissä tuotantotiloissa. Tällaisessa tapauksessa kasvit voivat kuluttaa hiilidioksidia niin runsaasti, että sen pitoisuus laskee ilman normaalia hiilidioksidipitoisuutta (400 ppm) matalammaksi ja alkaa rajoittaa kasvua. Satotaimet Savosta -hankkeessa suurin osa rönsyntuotantokokeista tehtiin tiloissa, joissa oli tehokas ilmanvaihto, eikä hiilidioksidilannoituksen käyttö siksi ollut järkevää. Kasvatuskammioissa järjestetyissä kokeissa hiilidioksidilannoituksen (1000 ppm) vaikutusta kuitenkin testattiin, ja sen todettiin lisäävän rönsytaimien kuivapainoa. Hiilidioksidilannoitusta (1000 ppm) saaneet taimet olivat silmin nähden jäməkämpimpiä kuin normaalissa hiilidioksidipitoisuudessa (400 ppm) kasvaneet taimet. Lisäksi korkeammassa valotasossa emotaimet tuottivat enemmän rönsyjonoja ja rönsyjen alkuja saadessaan



hiilidioksidilisää. Optimihiilidioksidipitoisuutta ei mansikan rönsytuotannossa ole tutkittu, mutta ulkomaisissa tutkimuksissa yleisesti käytetty pitoisuus on ollut 800 ppm (Park ym. 2020; Zheng ym. 2019b). Pitoisuudet 800 – 1000 ppm:n välillä sopivat siis rönsytuotantoon, mutta kovin paljon yli 1000 ppm:n hiilidioksidia ei kannattane lisätä; silloin aletaan lähestyä tasoa, jolloin lisähiilidioksidista saatavat hyödyt eivät ole enää niin merkittäviä. Yöllä hiilidioksidilannoitusta ei anneta, sillä kasvit eivät pimeään aikaan yhteytä.

Emotaimien kastelulannoitukseen voidaan käyttää mansikalle soveltuvaa moniravinteista kastelulannoitetta yhdessä kalkkisalpietarin kanssa. Hankkeessa emotaimille annettiin ravinneliuosta, joka sisälsi yhden osan Ferticare 7-9-32 -lannoitetta ja yhden osan kalkkisalpietaria (YaraLiva Calcinit tai Haifa Cal Prime) (1:1). Eri kasvatuskokeissa ravinneliuoksen johtokyky oli 1 – 1,5 mS/cm välillä ja pH säädettiin typpihapolla niin, että se oli 5,5 – 6,0. Kammiokokeessa, jossa testattiin eri valotasoa ja hiilidioksidilannoitusta, vertailtiin myös kolmen eri vahvuisen ravinneliuoksen (0,6; 1,0 ja 1,5 mS/cm) vaikutusta rönsytuotantoon. Tässä kokeessa eniten rönsyjonoja ja -alkuja saatiin väkevimmällä ravinneliuoksella (1,5 mS/cm), kun kasvatuksessa käytettiin korkeampaa valotasoa. Sopiva johtokyky riippuu kuitenkin voimakkaasti myös muista kasvutekijöistä, jotka vaikuttavat esimerkiksi kasvin haihdutukseen (mm. valotaso, ilmankosteus, lämpötila, ilmavirta, hiilidioksidipitoisuus). Mikäli haihdutus on heikkoa, korkeampi johtokyky voi olla paikallaan, kun taas voimakkaasti haihduttaville taimille kastelutarve on suurempi ja laimeampikin liuos riittää. Esimerkiksi eräässä kasvihuonekokeessa, missä päivälämpötila oli 32 °C, 1,7 mS/cm:n johtokyky osoittautui rönsytuotantoon liian korkeaksi (Bish ym. 2001). Kun ravinneliuoksen johtokykyä madallettiin seuraavalla kasvukaudella 0,7 mS/cm:iin, rönsytaimien tuotanto oli runsaampaa. Myös korealaisissa rönsytuotannon-tutkimuksissa suositetaan 0,7 mS/cm:n johtokykyä (Park ym. 2021). Brasilialaisessa rönsytuotantokokeessa, jossa testattiin viittä eri johtokykyä (0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 mS/cm), optimaaliseksi tasoksi määritettiin 0,8-1,1 mS/cm (Scmitt ym. 2016). Kun johtokyky nousi liian korkeaksi emotaimien kasvu ja rönsytuotto heikkenivät.

Kasvatusalustat/olosuhteet

Tray-taimien kasvatusalustana käytetään traypot- alustoja, josta on tarjolla useita eri malleja. Useimmin käytetty alusta on valmistettu kovamuovista ja siinä on voidaan kasvattaa 9-16 tainta kerralla riippuen mallista. Myös pienille minikokoisille taimille on omat kasvatusalustat, jotka ovat 18-26 reikäisiä. Esim. **Baton** 9-lokeroinen Heavy -malli (kuva 7), jossa on pinnassa pystysuorat koholinjat, jotka ohjaavat veden valumista jokaiseen kasvatuslokeroon. Tätä alustaa käytettäessä voidaan kasvattaa n. 37,5 tainta/m². Lokeron tilavuus on 0,25 litraa. Alusta on sisäkkäin asetettava pinottaessa, mikä säästää mm. varastotilaa. Lisäksi alusta on monivuotinen ja kestää käytössä useita vuosia. Lisätietoa: www.bato.nl, www.beekenkamp.nl



HerkuPlast markkinoi alustaa, joka on tehty ohuemmasta, kierrätettävästä materiaalista. Kun alusta on kertakäyttöinen, se on uusi ja puhdas joka vuosi. Se on myös yhteensopiva täyttökoneiden kanssa www.herkuplast.com



Kuva 7. Baton 9-reikäinen traytaimien kasvatusalusta. Kasvatuskennon jalat erottavat taimet maasta ja estävät tautien siirtymisen juurten kautta.

Kukka-aiheiden muodostuminen ja siihen vaikuttavat tekijät

Mansikan kukka-aiheiden kehittyminen on monivaiheinen tapahtuma. Kasvin lehdet reagoivat olosuhteiden muuttumiseen ja niistä välittyy signaali juurakossa sijaitsevien silmu-
jen kasvupisteiden meristeemisolukoihin, jotka kykenevät muodostamaan kukka-aiheita. Kärkisilmun meristeemi voi jäädä lepotilaan, tuottaa lehti- tai kukka-aiheen. Samanlainen kehitys voi tapahtua sivusilmuissa, mutta siellä voi syntyä myös rönsyjen aiheita ja niissä kehitys kulkee hieman eri tavalla kuin kärkisilmussa.

Mansikan kukintainduktio tapahtuu sen mukaan ovatko ne lyhyenpäivän, pitkänpäivän vai päiväneutraaleja lajikkeita. Lyhyenpäivän lajikkeilla kukka-aiheiden muodostuminen käynnistyy, kun päivänpituus on lyhyempi kuin kriittinen päivänpituus. Jos lämpötila nousee, vastaavasti kriittinen arvo laskee. Pitkänpäivän lajikkeilla päivänpituuden tulee olla vastaavasti pidempi kuin kriittinen arvo, jotta kukintainduktio syntyy. Kriittinen arvo nousee, kun lämpötila nousee. Kukka-aiheiden jatkokehitys tapahtuu molemmissa tapauksissa pitkän päivän olosuhteissa. Ville Matalan kirjoittamassa Mansikan viljely oppaassa s.33 mainitaan, että meillä viljellyt puutarhamansikkalajikkeilla kukka-aiheiden synty tulee mahdolliseksi, kun päivän valoisan ajan pituus on tietyn ajan noin 11-14 tuntia ja että useimmat tutkijat pitävät kriittisenä rajana 14 tuntia. Eri lajikkeilla on erilaisia vaatimuksia. Kriittisenä lämpötilarajana pidetään noin 15 astetta. Kukka-aiheiden syntymisen seuraamiseen on olemassa opastusta, esim. <https://urly.fi/30mp>



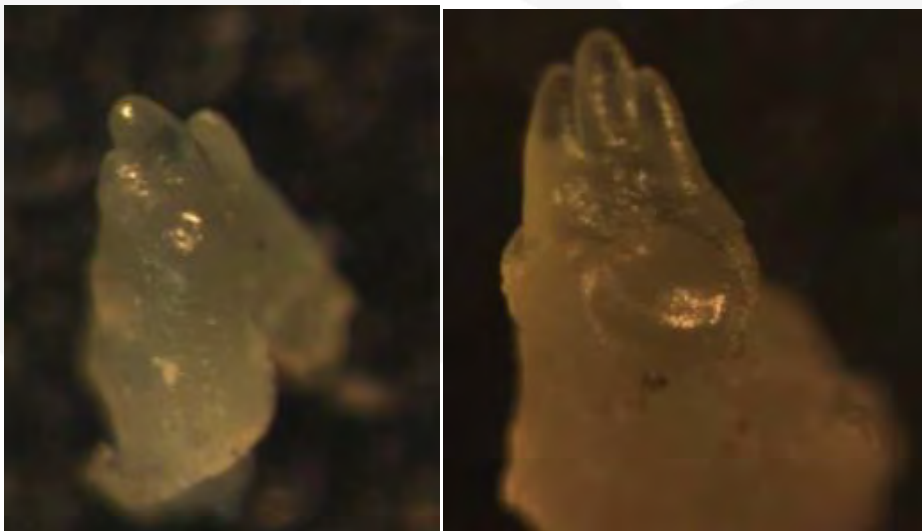
Lyhytpäiväkäsittelyn vaikutukset kukka-aiheiden muodostumiseen

Mansikan taimien kukintainduktiota voidaan aikaistaa, ja kukintojen ja kukkien lukumäärää kasvattaa lyhentämällä päivän pituutta keinotekoisesti kasvukauden loppupuolella (Konsin ym. 2001; Karhu 2009). Satotaimet Savosta –hankkeessa todettiin, että eri mansikkalajikkeiden vasteet lyhytpäiväkäsittelyyn poikkeavat toisistaan huomattavasti. Monilla lajikkeilla se lisäsi sadon määrää, joskin lisäys johtui osittain pienempien marjojen määrän lisääntymisestä. Lyhytpäiväkäsittelyn vaikutukset riippuvat myös käsittelyn ajoituksesta, pituudesta ja olosuhteista sen jälkeen (Hytönen ym. 2002; Konsin ym. 2001).

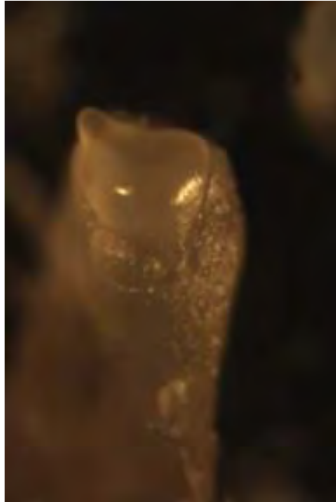
Kukka-aiheanalyysi

Belgiassa mansikan kukintainduktio tapahtuu syyskuun alku-puolivälissä, jolloin päivänpituus ja lämpötila ovat kohdallaan. Taimien satopotentiaali rakennetaan sitä seuraavien kahden kuukauden kuluessa.

Jotta pystyisi tarkasti määrittämään kukintainduktion ajankohdan, pitäisi taimen kärkisilmun meristeemisolukkoa tutkia viikoittain mikroskoopilla. Kuvassa 8 a) oleva silmun meristeemisolukko on vielä kasvullisessa eli vegetatiivisessa vaiheessa ja kuvassa 8 b) solukko on pallomainen ja lasimainen, jolloin induktio on tapahtunut. Alakuvassa on näkyvissä kehityksen seuraava vaihe, jossa pallomainen muoto litistyy ja sekundääriset kukka-aiheet tulevat näkyviin. Belgiassa tämä tapahtuu joka vuosi samaan aikaan 8.-10.9. (Melis, 2020)



Kuva 8a. ja b. Kärkisilmun meristeemisolukko on vielä kasvullisessa vaiheessa (vas.), oikealla induktio on tapahtunut. Kuvat: P.Melis,2020



Kuva 9. Sekundääriset kukka-aiheet tulevat näkyviin.

Kukka-aiheanalyysin tulkinnasta on kirjoittanut dosentti Pauliina Palonen Helsingin yliopistosta. Ohjeisiin pääsee [tästä](#)

Talvivarastointi

Monilla kasveilla on tietty kylmävaatimus, joka tarvitaan lepotilan purkamiseksi ja jotta kasvu voi uudelleen alkaa. Jos kylmävaatimus jää vajaaksi, kukka-aiheiden jatkokehitys jää vaillinaiseksi, mistä seuraa sadon menetyksiä. Mansikalla kylmävaatimus on lajikkeelle ominainen ja sen kestoa aletaan laskea taimien tuleentumisajankohdasta. Kylmävaatimus toteutuu -1 +7 asteen lämpötilassa ja jakson pituus on 1-2 kuukautta. Esimerkiksi *Sonata*-lajikkeella tämä kylmävaatimus on ainakin kuusi viikkoa (Lieten, 2009).

Hyödyllisiä linkkejä:

Karhu, S. (2003). Näin tuotetaan mansikan satotaimia.

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/455350/mtt-kjak-v60n04s03.pdf?sequence=1>

Karhu, S. (2002). Satotaimet tasaavat mansikkasesonkia.

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/452323/mtt-kjak-v59n2s03.pdf?sequence=1>

Viitteet:

Bish, E. B., Cantliffe, D. J., & Chandler, C. K. (2001). A system for producing large quantities of greenhouse-grown strawberry plantlets for plug production. *HortTechnology*, 11(4), 636-638.

Duralija, B., Milicevic, T., Vokurka, A. & Mesic, A. (2006) Cold stored tray plants in open field cultivation of strawberries



<https://hrcak.srce.hr/7906>

Hytönen, T., Mouhu, K., Palonen, P. (2002) Keinotekoisien lyhytpäiväkäsittelyiden ja varastoinnin vaikutus mansikan (*Fragaria x ananassa* Duch.) kukintaan ja satoon. Nro 18: Maataloustieteen päivät 2002. DOI: <https://doi.org/10.33354/smst.76370>

Karhu, S.T. (2009) Quality and Performance of Strawberry Tray Plants in High Latitude Conditions. *Acta Hortic.* 842, 135-138. DOI: [10.17660/ActaHortic.2009.842.13](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.842.13)

Kim, S. K., Jeong, M. S., Park, S. W., Kim, M. J., Na, H. Y., & Chun, C. H. (2010). Improvement of runner plant production by increasing photosynthetic photon flux during strawberry transplant propagation in a closed transplant production system. *Horticultural Science & Technology*, 28(4), 535-539.

Konsin, M., Voipio, I., Palonen, P. (2001) Influence of photoperiod and duration of short-day treatment on vegetative growth and flowering of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76:1, 77-82, DOI: [10.1080/14620316.2001.11511330](https://doi.org/10.1080/14620316.2001.11511330)

Li, Y., Xiao, J., Hu, J., & Jeong, B. R. (2021). Critical Photoperiod and Optimal Quality of Night Interruption Light for Runner Induction in June-Bearing Strawberries. *Agronomy*, 11(10), 1996.

Lieten, P. 2009. Chilling requirement of strawberry cv. 'Sonata' and 'Figaro' *Acta Hort.* 842:749-752.

Luonnonvarakeskus (2019). *Marjakaasvien taimituotannon lainsäädäntö*.
[marjakaasvien_taimituotannon_lainsaadanto.pdf \(proagria.fi\)](https://proagria.fi/marjakaasvien_taimituotannon_lainsaadanto.pdf)

Matala, V. 2006. Mansikan viljely. Puutarhaliitto.

Melis, P. 2020. Nieuw bericht ontvangen via <https://www.proefcentrum.be>
Spargel & Erdbeer Profi 3/2021

Park, S. W., Kim, S. K., Kwack, Y., & Chun, C. (2020). Simulation of the number of strawberry transplants produced by an autotrophic transplant production method in a plant factory with artificial lighting. *Horticulturae*, 6(4), 63.

Rantanen, M., Riikonen, J., & Karhu, S. (2020) Kohti ympärivuotista mansikan taimituotantoa. *Puutarha & kauppa*, 3, 6-8.

Schmitt, O. J., Andriolo, J. L., Schultz, E., Lerner, M. A., Souza, J. M., & Picio, M. D. (2016). Yield of strawberry runner tips under different electrical conductivity of the nutrient solution. *Horticultura Brasileira*, 34, 294-301.



Shi, X., Hernández, R., & Hoffmann, M. (2021). Timing of stolon removal alters daughter plant production and quality in the ever-bearing strawberry 'Albion'. *HortScience*, 56(6), 650-656.

Smeets, L. (1956). Influence of the temperature on runner production in five strawberry varieties. *Euphytica*, 5, 13-17.

Xu, X., & Hernandez, R. (2020). The effect of light intensity on vegetative propagation efficacy, growth, and morphology of "Albion" strawberry plants in a precision indoor propagation system. *Applied Sciences*, 10(3), 1044.

Zheng, J., Ji, F., He, D., & Niu, G. (2019a). Effect of light intensity on rooting and growth of hydroponic strawberry runner plants in a LED plant factory. *Agronomy*, 9(12), 875.

Zheng, J., He, D., & Ji, F. (2019b). Effects of light intensity and photoperiod on runner plant propagation of hydroponic strawberry transplants under LED lighting. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(6), 26-31.