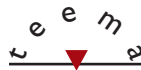


Tuija Aronen

Kasvullisen lisäyksen mahdollisuudet havupuiden taimituotannossa



Johdanto

Kasvullinen lisäys tarkoittaa valittujen puuyksilöiden monistamista, ja se eroaa olennaisesti suvullisesta, siemenen kautta tapahtuvasta lisäyksestä. Puiden ominaisuudet perustuvat kussakin yksilössä olevaan perintötekijöiden yhdistelmään *i. genotyyppiin*, minkä lisäksi myös kasvuympäristö vaikuttaa ominaisuuksien ilmenemiseen. Suvullisessa lisäyksessä puuvanhempien perintötekijät järjestyvät uudestaan, minkä tuloksena syntyy lukematon määrä erilaisen genotyypin omaavia siemenjälkeläisiä. Metsänjalostuksella, eli valitsemalla uuden sukupolven vanhemmiksi ominaisuuksiltaan hyviksi tunnettuja puita pystytään niiden jälkeläisten keskimääräistä tasoa parantamaan. Käytännössä jalostettua siementä tuotetaan siemenviljelyksillä. Siemenjälkeläisten joukossa on kuitenkin aina runsaasti perinnöllistä vaihtelua. Jos halutaan tuottaa ominaisuuksiltaan tietynlaisia puita, on niiden genotyyppi pystyttävä säilyttämään samana. Ainoa mahdollinen tapa tähän on puiden kasvullinen lisäys eli kloonaus.

Kasvullisessa lisäyksessä syntyvät taimet ovat perimältään monistettavan puuyksilön kopioita ja myös keskenään samanlaisia. Näin parhaista yksilöistä saadaan tasalaatuista, ominaisuuksiltaan tunnettua viljelyaineistoa. Kasvullinen lisäys on myös siemenlisäystä nopeampaa, koska siinä ei tarvitse odottaa puiden varttumista sukukypsiksi ja kukkimista. Havupuiden kasvullisen lisäyksen menetel-

miä ovat varttaminen, pistokaslisäys ja solukkoviljelymenetelmät, joista pistokas- ja solukkolisäys soveltuvat myös taimien massatuotantoon.

Monistaen huippuaineistoa metsänviljelyyn, lajikkeina tai perheinä

Metsänviljelyssä kasvullisesti lisättyä aineistoa voidaan käyttää eri tavoin. Yleensä viljellään joko yksittäisten kloonien tai perheiden seoksia. Klooniilla tarkoitetaan yhdestä puuyksilöstä tuotettujen taimien joukkoa ja perheellä valittujen puuvanhempien kasvullisesti monistettua jälkeläisjoukkoa. Viljelyaineiston perinnöllistä koostumusta voidaan kaikissa sovelluksissa säädellä ja varmistaa siten halluttu monimuotoisuus. Lisäykseen valitaan yleensä vain kaikilta ominaisuuksiltaan keskimääräistä parempia puita. Valinta voi perustua myös joihinkin erityisominaisuuksiin, kuten puuaineen laatuun tai taudinkestävyyteen.

Klooni- tai lajikemetsätalous (engl. "clonal forestry" tai "(multi-)varietal forestry") perustuu kenttäkokeissa testattuihin ja siten ominaisuuksiltaan tunnettuihin puihin, joista valitaan parhaat monistettaviksi. Tuotettuja taimia viljellään 10–30 eri kloonin seoksina. Puulajista ja valittujen puiden lukumäärästä riippuen kloonimetsätaloudessa voidaan joidenkin tulosten perusteella saavuttaa 40 %:n kasvunparannus verrattuna jalostamattoman metsänviljelyaineiston käyttöön. Kasvullisesti lisättyjen tai-

mien siementaimia parempi kasvu mahdollistaisi siten kiertoaikojen lyhentämisen – kloonimetsäta- loudessa kotimaisilla havupuilla ehkä jopa kolman- neksella nykyisestä.

Kasvullisesti lisättäväksi voidaan valita yksilöiden sijaan myös hyviä perheitä, jotka luodaan risteyttä- mällä keskenään jalostusohjelman parhaita testattu- ja puuta. Risteyttämällä kaksi puuta kontrolloidusti luodaan täyssisarperhe, josta otetaan monistettavak- si joitakin kymmeniä jälkeläisiä testaamatta niitä en- sin kenttäkokeissa. Lisäyslähteenä voidaan käyttää myös valittujen hyvien puiden vapaapölytysjälke- läisiä, jotka muodostavat puolisisarperheen. Hyvät perheet voidaan monistaa myös massalisäyksenä, pitämättä eri yksilöitä erillään toisistaan. Monistet- taessa parhaita perheitä saavutettava jalostushyöty jää teoriassa hieman alhaisemmaksi kuin se, mi- tä saadaan testattujen kloonien käytöllä. Toisaalta perheaineistojen perinnöllinen monimuotoisuus on suurempi kuin yksittäisten kloonien seoksessa. Li- säksi vältytään testattujen kloonien monistamiseen liittyvältä emopuiden fysiologisen vanhenemisen ongelmalta.

Kasvullisesti lisätyn metsänviljelyaineiston suosio maailmalla kasvaa

Joitakin havupuita on jo pitkään viljelty käyttäen kasvullisesti lisättyä aineistoa. Hyvä esimerkki tästä on sugin (*Cryptomeria japonica*) kasvatusta Japani- sa, joka on perustunut pistokaslisäykseen jo vuosi- tuhansien ajan. Taulukkoon 1 on koottu esimerkkejä kasvullisen metsänviljelyaineiston käytöstä eri ha- vupuilla ympäri maailmaa. Perinteisten aasialaisten lajien lisäksi eniten viljellään radiatamäntyä (*Pinus radiata*) Uudessa-Seelannissa, Australiassa ja Etelä- Amerikassa, loblollymäntyä (*P. taeda*) Yhdysval- loissa sekä eri kuusilajeja Yhdysvalloissa ja Kana- dassa. Euroopassa havupuiden kasvullisesti lisättyä metsänviljelyaineistoa käytetään eniten sitkankuu- sella (*Picea sitchensis*) Englannissa ja Irlannissa.

Sitkankuusen viljelyaineistosta Englannissa ja Irlannissa 25 % on kasvullisesti lisättyä pistokas- taimia, joita tuotetaan vuosittain 7–8 milj. kpl. Ir- lannissa pistokaslisäykseen on lisäksi yhdistetty solukkoviljely, jolla tuotetaan pistokastuotannossa käytettävät emotaimet. Sitkankuusen pistokkaita

Taulukko 1. Esimerkkejä kasvullisesti lisättyjen havupuiden tuotannosta metsänviljelyyn.

Maa	Puulaji	Milj. kpl / vuosi	Menetelmä
Australia	Mäntyhybridit <i>Pinus radiata</i>	6	Pistokkaita täyssisarperheistä, massalisäys
Uusi Seelanti	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus radiata</i>	17,5–20 2	Pistokkaita täyssisarperheistä, lisäys ja kasvatusta perheittäin SE + pistokkaita täyssisarperheistä, lisäys ja kasvatusta kloonittain
Japani	<i>Cryptomeria japonica</i>	17	Pistokkaita, lisäys ja kasvatusta kloonittain
Kiina	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	65	Pistokkaita, lisäys ja kasvatusta kloonittain
Etelä-Afrikka	Mäntyhybridit	5	Pistokkaita, massalisäys
Brasilia	<i>Pinus taeda</i>		SE + pistokkaita
Chile	<i>Pinus radiata</i>	70–100	SE + pistokkaita
Kanada	<i>Picea glauca</i>	2	SE + pistokkaita, massalisäys
	<i>Picea, Pinus</i>	1,2	SE-taimia, kasvatusta kloonien seoksena ”lajikemetsätalous”
Kanada / Quebec	<i>Picea glauca, P. mariana, P. abies, lehtikuusihybridit</i>	4–10	Pistokkaita, massalisäys
USA	<i>Pinus taeda</i>	10–30	SE-taimia, lisäys ja kasvatusta kloonittain
Englanti	<i>Picea sitchensis</i>	7	Pistokkaita, massalisäys
Irlanti	<i>Picea sitchensis</i>	3	SE + pistokkaita täyssisarperheistä, massalisäys

SE = somaattinen embryogeneesi; solukkolisättyjä taimia
Lähde: Treebreedex-kokouksen esitykset, Liverpool 2009

on tuotettu perinteisesti massalisätyinä puolisisarperheinä, mutta vuodesta 2005 lähtien tarjolla on ollut myös testatuista täyssisarperheistä monistettua viljelyaineistoa. Pistokastaimet ovat metsäammattilaisten keskuudessa suosittuja paremman kasvunsa ja laatunsa, sekä aineiston yhtenäisyyden vuoksi. Sitkankuusen pistokaslisäys on helppoa, ja pistokastaimien hinta vain hieman siementaimia suurempi (0,28 € vrt. 0,20 €). Tähtäimessä on kuitenkin solukkoviljelyn entistä suurempi hyödyntäminen, ja siirtyminen testattujen kloonien käyttöön, jotta viljelyyn saataisiin puita, joissa yhdistyvät sekä hyvä kasvu että korkea puuntiheys.

Esimerkki solukkolisätyjen taimien käytöstä metsänviljelyssä löytyy Kanadasta, jossa on perustettu kansallinen laboratorioverkosto (National Network of SE Laboratories) tuottamaan viljelyaineistoa lajike metsätalouden tarpeisiin. Verkostoon kuuluu yliopistojen ja tutkimuslaitosten tutkimus- ja kehitys-laboratorioita, yksityisten yritysten tuotantolaboratorioita, sekä valtion virastoja ja ministeriöitä strategisina kumppaneina. Tutkimuslaboratoriot huolehtivat menetelmien kehityksestä, solukkoviljelmien pitkäaikaissäilytyksestä syväjäädetyttynä, henkilötön koulutuksesta ja teknologian siirrosta tuotantolaboratorioille, sekä avustavat tuotannon pystyttämisessä ja solukkoviljelyssä. Yksityiset tuotantolaboratoriot ja taimitarhat puolestaan tuottavat solukko-taimia ja huolehtivat lajikkeiden kenttätestauksesta, sekä niiden viljelyyn saattamisesta. Tällä hetkellä kenttäkokeissa on yli 2000 eri kuusi- ja mäntylajien lajiketta, ja viljelyssä noin 100 kuusilajiketta (*P. glauca*, *P. abies*), joista vuosittain tuotetaan 1,2 milj. taimea.

Koska kasvullisesti lisätyn metsänviljelyaineiston käytöllä saavutetaan huomattava kasvunparannus, se kiinnostaa myös isoja, monikansallisia metsä- ja biotekniikka-alan yhtiöitä, joista monet ovat panostaneet paljon lisäysmenetelmien tehostamiseen. Erityisesti havupuiden solukkoviljelymenetelmien ja keinosiemenen tuotannon tiimoilta on tehty paljon kaupallista kehitystyötä, ja monet esimerkiksi radiata- ja loblollymännillä käytettävät menetelmät on patentoitu. Eri yhtiöillä on tuhansia kasvullisesti lisättyjä genotyyppisiä eri puulajeista kenttätestauksessa ja osin myös jo joko myynnissä tai omaan käyttöön viljeltyinä. Alan kehitystyö jatkuu kiivaana.

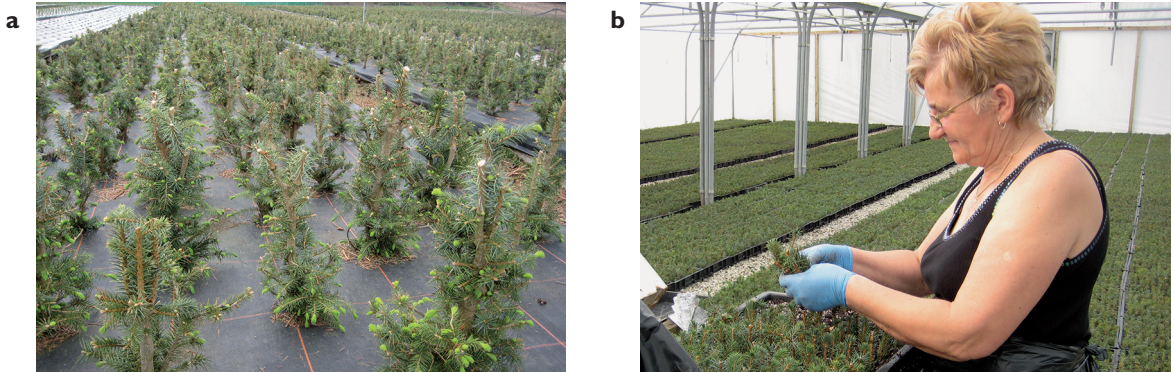
Erikois- ja koristepuiden kasvullinen lisäys

Metsänviljelyn lisäksi tärkeä havupuiden kasvullisen lisäyksen sovellus on koristepuiden tuotanto viherrakentamisen tarpeisiin. Viherrakentaminen on kasva-va ala niin Suomessa kuin ulkomailla. Erityisesti pohjoisissa oloissa, kuten Suomessa, havupuiden nykyistä laajempi käyttö koriste- ja maisemapuina olisi hyvin perusteltua, ovathan lehtipuut pitkän talvi-ajan lehdettömiä. Viime vuosina koristehavupuiden tarjonta onkin voimakkaasti lisääntynyt, ja meille tuodaan paljon taimia Keski-Euroopasta. Tuontitaimet ovat usein edullisia, mutta huonosti ankariin oloihin sopeutuneita. Tarve kestävien, kyllin pohjoista alkuperää olevien havupuiden lajikevalikoiman ja taimituotannon laajentamiselle on selkeä. Mahdollisuus tähän on olemassa, sillä metsäpuista löytyy monia koriste- ja viherrakentamiskäyttöön sopivia muotoja, kunhan niille vain löydetään sopivat lisäysmenetelmät.

Toinen tuotannonala, jolla on suurta kiinnostusta kasvullisesti lisätyn aineiston käyttöön, on joulupuiden viljely. Erityisesti Tanskassa on meneillään useita hankkeita mm. kaukaasianpihdan (*Abies nordmanniana*) pistokaslisäyksen ja solukkoviljelyn sekä siihen liittyvän robotiteknologian kehittämiseksi. Yhteistä joulupuiden sekä maisema- ja koristepuiden kasvatukselle on se, että niissä halutaan ulkonäöltään ja kasvutavaltaan mahdollisimman hyvin ennustettavia ja toivotunlaisia puita. Tähän tarkoitukseen kasvullinen lisäys on paljon siemenlisäystä parempi vaihtoehto. Erityisesti havupuiden erikoismuotojen – neulasväriltään ja/tai kasvutavaltaan erikoisten puiden – lisäys onnistuu hyvin vain kasvullisesti. Siemenlisäyksessä haluttu ominaisuus joko periytyy vain osalle jälkeläisistä (esim. suru- ja pallokuuset) ja mahdollisesti muuntuneena, tai ei periydy lainkaan. Metsänviljelyaineiston tuotantoon verrattuna tarvittavat erikoistaimien määrät ovat pienempiä ja yksittäisten taimien hinta voi olla korkeampi, mikä mahdollistaa myös käsityövaltaisen varttamismenetelmän käyttämisen taimituotannossa.

Lisäysmenetelmät

Havupuiden kasvullisen lisäyksen menetelmiä ovat varttaminen, pistokaslisäys ja solukkoviljely. Vart-



Kuva 1. Sitkankuusen pistokastuotantoa Englannissa: a) pistokasemotarha avomaalla ja b) pistokkaiden juurrutusta kasvihuoneessa.

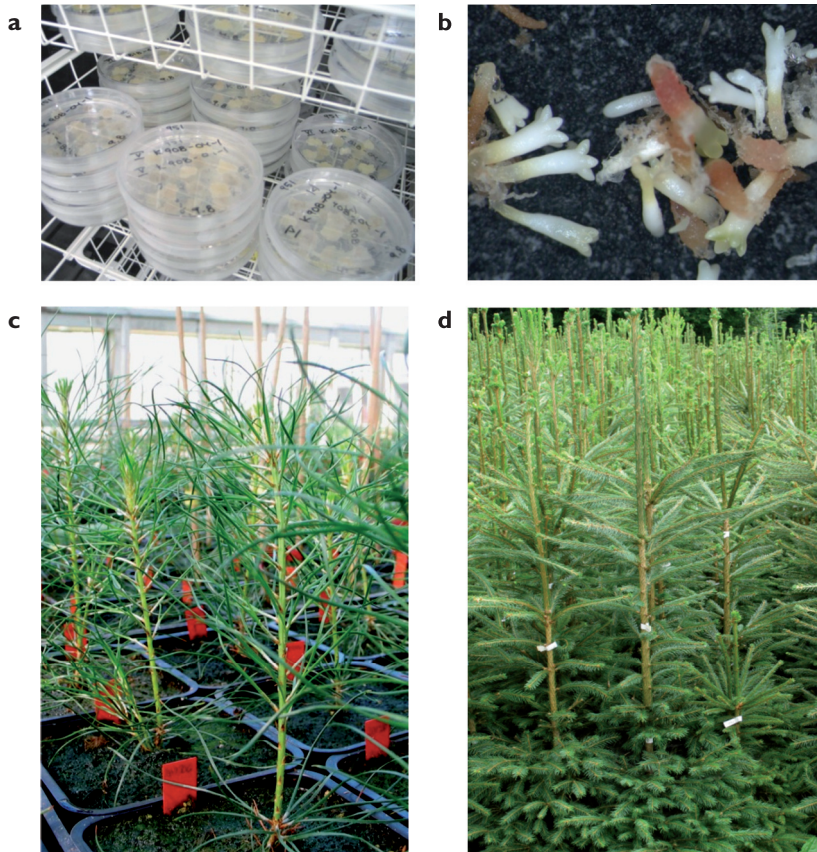
tamisessa nuorten siementaimien latvat korvataan monistettavasta yksilöstä siirrettyillä versoilla. Varteksa ja perusrunko liitetään toisiinsa niin, että niiden kuoren alla olevat johtosolukot osuvat yhteen, jolloin veden ja ravinteiden kulkeutuminen liitoskohdan ohi, sekä yhteenkasvaminen on mahdollista. Varttamistekniikoita on lukuisia erilaisia ja menetelmää voidaan soveltaa liki kaikille lajeille ja kaikenikäisille puille. Myös silmustusta, eli tekniikkaa, jossa nuoreen perusrunkoon verson sijasta vartetaan silmu, on onnistuneesti käytetty havupuilla, sekä kuusella että männyllä. Silmustuksen etuna on perinteistä varttamista parempi monistumiskerroin, mutta molemmat soveltuvat lähinnä pienimuotoiseen monistukseen.

Pistokas puolestaan on kasvinosa, joka kykenee regeneroitumaan eli eheytyämään kokonaiseksi kasviksi. Havupuilla pistokkaina käytetään tavallisesti versonkärkiä ja -paloja, jotka sopivissa kasvihuoneoloissa juurtuvat lajista riippuen noin 1–4 kuukaudessa. Monilla havupuilla juurtuminen vaatii pistokkaiden käsittelyn auksiini-hormonilla. Pistokaslisäyksen onnistumisen kannalta erittäin merkittävä tekijä on emokasvin ikä: vanhoista puista leikatut pistokkaat juurtuvat selvästi nuorista taimista otettuja huonommin ja niiden kasvutapa voi olla oksamainen tai maanmyöntäinen. Emokasvin fysiologista nuoruustilaa voidaan pitää yllä jonkin aikaa estämällä sen kasvu toistuvilla leikkauksilla. Tekniikkaa on käytetty mm. kuusen pistokaslisäyksessä. Vuosittain leikatut kantataimet pensastuvat, ja niistä saadaan siten myös enemmän pistokkaita.

Kotimaisista lajeistamme pistokaslisäys toimii hyvin nuorilla kuusilla, mutta mäntypistokkaiden juurruttaminen on vaikeaa.

Kolmas lisäystapa, solukkoviljely, perustuu ns. *totipotenssiin* l. erilaistumattoman kasvisolun kykyyn muodostaa kokonainen uusi kasviyksilö. Solukkoviljelyssä puita monistetaan laboratoriossa, jossa viljellään puusta otettua solukkoa keinotekoisella ravintoalustalla suljetuissa astioissa. Solukkoviljelmien kehitystä ohjataan kasvatusolosuhteita, ravintoalustan koostumusta ja kasvihormonipitoisuuksia säätelemällä. Havupuilla solukkoviljelymenetelmänä käytetään useimmiten kasvullisten alkoiden tuotantoa (*somaattinen embryogeneesi* = SE), mutta joillakin lajeilla myös lehtipuiden solukkoviljelystä tuttu mikrolisäys on mahdollista. Kotimaisista havupuistamme sekä kuuselle että männylle on olemassa SE-menetelmä, jolla saadaan noin 75 % kuusiyksilöistä ja perheestä riippuen 0–30 % mäntyyksilöistä monistumaan.

Kasvullisten alkoiden tuotannossa matkitaan keinollisesti siemenen sisässä tapahtuvaa siemenalkion kehitystä, mutta solukkoviljelmään syntyy yhden alkion sijasta suuri määrä alkioita. Viljelmien aloittaminen onnistuu vain nuoresta lähtösolkosta, joka saadaan joko kehittyvästä tai kypsästä siemenalkiosta. Mahdollisuuksia kasvullisia alkioita tuottavien solukkoviljelmien aloittamiseen aikuisista puista tutkitaan aktiivisesti, mutta valmiita menetelmiä ei vielä ole. Koska viljelmät aloitetaan siemenalkioista, ei syntyvien taimien ominaisuuksia tunneta tarkoin ennalta. Alkioita tuottavat



Kuva 2. Havupuiden solukkolisäys: a) Solukkoviljelmiä ja b) niissä tuotettuja kasvullisia alkioita, sekä alkioista kasvatettuja c) männyn- ja d) kuusentaimia. Kuva 2d: Teijo Nikkanen.

viljelmät voidaan kuitenkin säilyttää syväjäädetytnä, kunnes tuotettujen taimien kenttätestauksen perusteella tiedetään, mitä niistä halutaan monistaa lisää. Massamonistukseen pyrittäessä solukkoviljelmiä voidaan kasvattaa ravintoliuoksessa suurissa bioreaktoreissa, ja muodostuneet alkiot joko kapseloida keinosiemeneksi, tai kuivata ja pakastaa kylvettäväksi myöhemmin suoraan taimitarhalle. Myös eri tuotantovaiheiden automatisointiin on hyvät mahdollisuudet.

Verrattuna siementaimien tuotantoon kasvullisen lisäyksen menetelmät vaativat paljon käsityötä ja erityistilat toimiakseen, minkä vuoksi taimista tulee siementaimia kalliimpia. Maailmalla havupuupistokkaat ovat olleet hinnaltaan joko siementaimien kaltaisia (radiatamänty, Uusi-Seelanti 1,03× siemen-

taimen hinta) tai jonkin verran kalliimpia (sitkan-kuusi, Englanti ja Irlanti 1,25–1,5×; kuusi, Ruotsi 1,5–2×). Solukkotaimien hinta on toistaiseksi ollut korkea (radiatamänty, Uusi-Seelanti 2,2×; kuuset Kanada, 2,5×; sitkan-kuusi, Irlanti 8× siementaimen hinta), mutta sen odotetaan laskevan tuotantomäärien ja automatisoinnin lisääntyessä. Käytettäessä solukkotaimia pistokasemoina niiden korkea hinta kompensoituu pistokaslisäyksen suuren tehostumisen ansiosta. Yhteistä kaikille puulajeille ja monistusmenetelmille on kuitenkin se, että puiden joukossa on aina yksilöitä, joiden kasvullinen lisäys onnistuu muita huonommin.

Lisäysmenetelmien tekniset vaatimukset ja taimien tuotantopotentiali ovat sängen erilaisia. Varttaminen vaatii lähinnä käsityötaitoa. Pistokastuotannossa



Kuva 3. Varttamalla koristepeutuotantoa varten lisättyjä kuusen erikoismuotoja, pallo- ja kultakuusia. Kuva: Teijo Nikkanen.

on tarpeen sumukastelulla ja juurrutuspetien pohjalämmityksellä varustettu kasvihuone, jonka ilman kosteus ja -lämpö ovat säädeltävissä. Solukkolisäys edellyttää kasvihuoneen lisäksi myös laboratoriota henkilöstöineen. Toisaalta taimien tuotantomahdollisuudetkin ovat erilaiset, solukkoviljelyn monistumiskertoimien ollessa paljon suurempia kuin varttamisessa tai pistokaslisäyksessä. Nuoresta taimesta saa lajista riippuen versopistokkaita kerrallaan ehkä 5–40 kpl, mutta solukkoviljelyllä pystytään vuodessa tuottamaan yhdestä alkiosta satojatuhansia kopioita.

Havupuiden kasvullisen lisäyksen mahdollisuudet Suomessa

Kuusen kasvullinen lisäys metsänviljelyyn voisi olla mahdollista Suomessakin. Hyvälaatuisille kuusentaimille on kysyntää, eikä siemenviljelyssiementä ole pystytty tuottamaan haluttuja määriä. Syyinä ovat kuusen kukinnan raju vuosittainen vaihtelu ja siementuho-ongelmat siemenviljelyksillä. Myös siemenviljelysten runsas taustapölytyks on ongelma,

koska se alentaa jalostushyötyä. Kasvullinen lisäys voisi siis tarjota hyvän vaihtoehdon huippulaatuisien taimerien tuotantoon. Kuusen lisäykseen on olemassa sekä pistokastuotantoon että solukkoviljelyyn perustuvat menetelmät, jotka voidaan myös yhdistää jatkomonistamalla solukkolisätyt taimet pistokaina. Perinteisen pistokaslisäyksen ongelmana on emotaimien ylläpito ja vanheneminen, joten tulevaisuuden ratkaisut löytyvät solukkolisäyksestä. Kuusen solukkoviljelymenetelmän testaaminen ja soveltaminen Suomen oloihin on jo meneillään Metsäntutkimuslaitoksessa. Taimituotannon laajentaminen laboratoriomittakaavasta massalisykseksi edellyttää kuitenkin yhteistyötä tutkimuksen ja kiinnostuneiden taimituottajien kesken, esimerkiksi Kanadantaloin mukaisesti.

Metsänviljelyn ohella kasvullista lisäystä voidaan käyttää tehostamaan metsänjalostusta. Käyttämällä kloonitestausta jälkeläistestauksen sijasta voidaan jalostuskiertoa nopeuttaa, kun testattavien puiden kukittaminen ja niiden jälkeläisten kasvattaminen jää pois. Kloonitestauksessa puiden perimän, ympäristön ja niiden yhteisvaikutukset nähdään lisäksi yksilötasolla, mikä tekee valinnasta tarkempaa

ja tehokkaampaa kuin jälkeläistestauksessa. Metsänjalostusohjelmassa kuusen jalostus perustuu jo pistokaskloonien käyttöön testauksessa, männyllä käytetään edelleen jälkeläistestausta. Männyn pistokaslisäystä jalostuksen testaustarpeisiin kehitetään yhteispohjoismaisena hankkeena, ja myös tutkimustyö männyn solukkolisäyksen tehostamiseksi jatkuu Metsäntutkimuslaitoksessa.

Havupuiden kasvullisella lisäyksellä on tärkeä merkitys myös koriste- ja viherrakentamispuiden taimituotannossa. Paraikaa on meneillään Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteishanke ”Taimituotannon kilpailukyvyn parantaminen kotimaisia geenivarjoja käyttäen”. Hankkeen yhtenä tavoitteena on oloihimme sopeutuneiden, koriste- ja viherrakentamiskäyttöön soveltuvien havupuiden lisäyslähdeiden valinta ja kasvullisen lisäyksen edistäminen. Hankkeessa perustetaan koristepuutuotantoon valituista havupuiden erikoismuodoista emotaimitarhoja tuottamaan varte- ja pistokasaineistoa, sekä tutkitaan erilaisten varttamis- ja pistämismenetelmien soveltuvuutta erikoismuotojen lisäämiseen. Tavoitteena on rakentaa eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja työnjakoa sekä edellytyksiä metsäpuiden erikoismuotojen tuotteistamiselle.

Kirjallisuutta ja verkkosivuja

- Aronen, T., Nikkanen, T & Tynkkynen, T. (toim.). 2009. Vegetative propagation of conifers for enhancing landscaping and tree breeding. Proceedings of the Nordic meeting held in September 10th–11th 2008 at Punkaharju, Finland. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 114: 34–38.
- IUFRO Working Party 2.09.02: Somatic embryogenesis of forest trees conference “Advantages in Somatic Embryogenesis of Trees and Its application for the Future Forest and Plantations”, August 19–21, 2010, Suwon, Korea.
- Monistuksella täysi hyöty jalostuksesta. 2008. Terve Mettä, toukokuu 2008: 10–15.
- Treebreedex-kokouksen ”Vegetative propagation and deployment of varieties – the scope for Europe” esitelmät, Liverpool, Englanti, 2009. Saatavissa: <http://treebreedex.eu/spip.php?rubrique7>.
- <http://www.cellfor.com>
- <http://www.arborgen.us>
- <http://www.forest-genetics.com>

■ MMT Tuija Aronen, Metsäntutkimuslaitos, Punkaharjun toimipaikka. Sähköposti tuija.aronen@metla.fi