

Kirjallisuus

Heiskanen, J. 2003. Kuusen paakku-taimien uudistumisen perusteet - Kirjallisuuteen pohjautuva katsa-

us. Tutkimushankkeen esiselvitys. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema. Moniste. 25 s. (<http://www.metla.fi/pp/JHei/Kat-saus2003.pdf>)

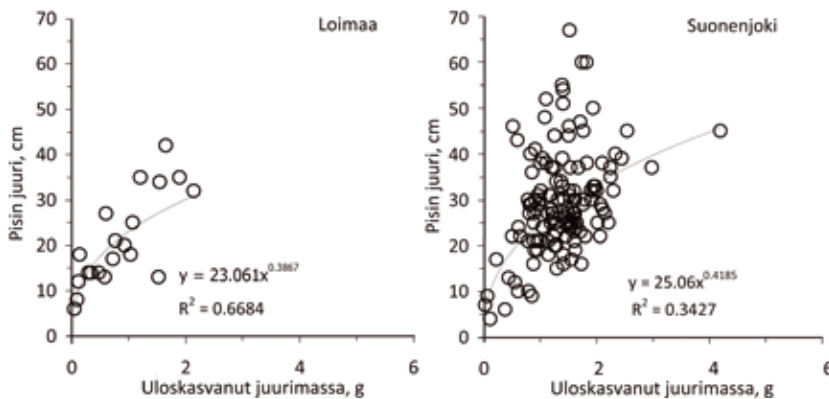
Johansson, T. 1995. Granens överlevnad på åker. Fakta Skog(16): 1–4.

Johansson, T. 1995. Site index curves for Norway spruce plantations on farmland with different soil types. *Studia Forestalia Suecica* 198. 19 s.

Laiho, O. & Hovila, K. 1992. Mänlyn äestysistutus savimaahan Somerolla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 423: 10–18.

Repo, R. & Valtanen, J. 1994. Maan ominaisuudet metsänviljelyssä - mätästykseen perusteet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 520. 52 s.

Tamminen, P. 1993. Pituusboniteetin ennustaminen kasvupaikan ominaisuuksien avulla Etelä-Suomen kangasmetsissä. *Folia Forestalia* 819. 26 s.



Kuva 5. Paakusta maahan kasvaneiden kuusen taimien juurten kuivamassan riippuvuus pisimmän juuren pituuteen Loimaalla toisen 2009 (vasen) ja Suonenjoella ensimmäisen kasvukauden 2007 jälkeen (oikea). Loimaalla juurten kasvu on siis ollut yli puolet hitaampaa.

Kevätfenologia osoittautunut entistä tärkeämmäksi kuusen jalostuksessa

Marja-Leena Napola

Kuusen kasvuunlähdön ajankohta vaihtelee suuresti alkuperien, jälkeläistöjen ja yksilöiden välillä. Silmujen aukeamisen ja versojen kasvuunlähdön ajankohdan vaihtelua voidaan käyttää hyväksi metsänjalostuksessa, sillä kyseisen ominaisuuden periytyvyys on erittäin voimakasta.

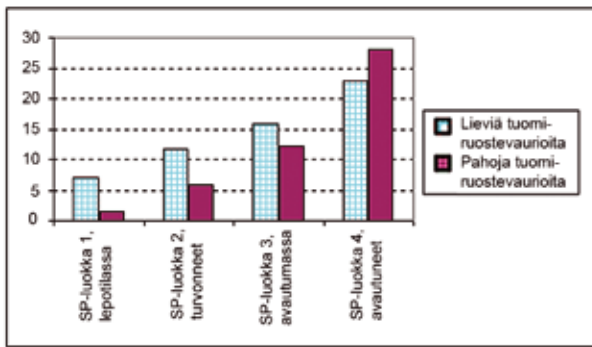
Ruotsalainen ohjeisto silmuluokituksen perustana

Kuusen kasvuunlähdön ajoittumisen luokittelua tehtiin Metsänjalos-

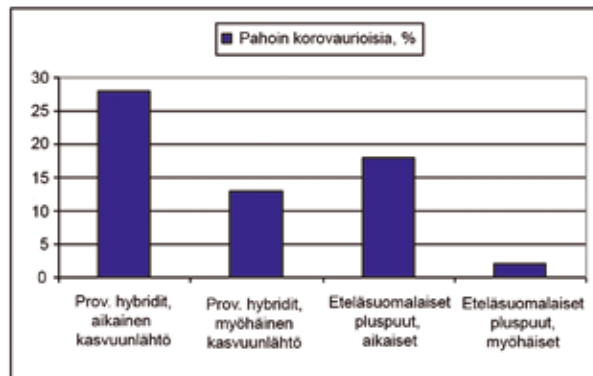
tussäätien Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksen taimitarhalla ensimmäisen kerran 1970-luvun puolivälissä. Luokittelun tarkoituksena oli saada lisätietoa vuosina 1969–74 valitusta klooneista näiden maastotestausta varten. Fenologisessa luokittelussa sovellettiin Peter Krutzschin IUFRO -kongressissa vuonna 1973 julkistamaa valokuvallista ohjetta: ”Norway spruce. Development of buds”. Luokittelussa luokka numero yksi edusti kiinni olevaa silmua, luokka kaksi turvonnutta silmua ja kolme vasta auennutta, silmusuomut puhkaisuutta vaihetta. Tätä luokitusohjetta on myöhemmin sovellettu kaikessa kuusenjalostuksen kasvuunlähdön

seurannassa – samoin myös muualla Pohjoismaissa.

Kuusen kloonien sekä muiden jalostusaineistojen fenologista arviointia jatkettiin satunnaisesti 1980-luvulle asti. Vuonna 1988 käynnistyi Haapastensyrjässä kasvullisesti lisättävien hallankestävien kuusiaineistojen kehittämishanke, jossa taimitarhalle kylvettiin lähtöaineistoksi 18 eteläsuomalaista pluspuuerää ja 18 alkuperäristeityserää (ns. provenienssihybridejä). Fenologian ja pituuskasvun välisen suhteen tutkimiseksi valittiin jokaisesta taimierästä kahtena keväänä kymmenen kasvuunlähdöltään aikaisinta ja kymmenen myöhäisintä tainta, jotka koulittiin erilleen oksatarhaksi.



Kuva 1. Tuomiruosteaurioiden osuudet taimien silmunpukkeamislukouissa Loppen kloonikokeessa 1863/01 7 vuoden iässä.



Kuva 3. Pahoin korovaurioisten puiden osuus fenologisin perustein valituissa alkuperäristeytyserissä ja eteläsuomalaisissa koe-erissä kloonikokeessa 1863/02 Karkkilassa 15 vuoden iässä. Pistokastaimia mitatuissa koe-erissä 75 kpl.

Kantataimien (siementaimia, joista pistokasoksat leikataan) kasvuunlähdon ajoittumista seurattiin edelleen taimitarhalla tarkoin useana keväänä (Napola 1992).

Fenologisin perustein valittuja eriä sisältäviä kloonikokeita perustettiin Lopelle ja Karkkilaan vuosina 1993–95 yhteensä kaksitoista kappaletta. Kokeissa seurattiin keväisin silmujen puhkeamisen ajoittumista. Luokittelua tehtiin jopa parin päivän välein kevään edistymisen mukaan.

Myöhäisyydestä etua hallanaroilla paikoilla

Pistokassekoituksia sisältävien viisivuotiaiden koeviljelysten mittauksien mukaan fenologinen valinta ei merkittävästi vaikuttanut taimien pituuskasvuun tapauksissa, joissa kokeet olivat välttyneet kevähallalta (Napola 1999). Mikäli halla olisi vikuuttanut kokeita, olisivat myöhäisen silmunpukkeamisen koe-erät saaneet kasvussaan etumatkaa. Ruotsalaisessa tutkimuksessa kuusialkuperien pituuskasvu jäi sitä lyhyemmäksi mitä aikaisemmin ne olivat puhkaisseet silmunsä ja riippuvuus oli vahva vain hallanaroille paikoille istutetuissa kloonikokeissa. Tutkimuksessa todettiin myös kasvuunlähdon valintajalostuksen olevan tehokasta, sillä puhkeamisajankohdan heritabiliteetti (periytyvyysaste) oli mitattujen ominai-



Kuva 2. Tuomiruosteen aiheuttama rungon laatuaurio kokeessa 1863/01 Lopella. (kuva Marja-Leena Napola)



Kuva 4. Korotautinen kuusi Loppen kloonikokeessa 1863/01 kesällä 2009. Kokeen ikä 16 v. (kuva Marja-Leena Napola)

suuksien korkein (Karlsson ja Högborg 1998).

Silmunpukkeaminen ja tuomiruoste

Kuusenjalostaja Marja-Leena Napola teki Loppen Sajaniemen pelolle vuonna 1994 istutetussa kloonikokeessa 1863/01 keväällä 2001 silmunpukkeamisen luokitusta ajankohtana, jolloin puolet kokeen taimista oli lähtenyt kasvuun. Useiden taimien latvat olivat kärsineet pahoin edellisvuoden tuomiruosteesta, varsinkin kun pellon laidat suorastaan tursusivat tuomipuita. Luokituksen edetessä alkoi vaikuttaa siltä, että silmunsä aukaisseilla taimilla oli runsaammin tuomiruoste-

tetta kuin vielä kasvuun lähtemättömillä taimilla.

Kokeen kahdesta tuomien viereisestä lohokosta päätettiin luokitella silmunpukkeamisen lisäksi tuomiruosteauriot. Kokeessa kasvaa 25 koe-erää ja ruudun koko on 25 tainta eli yhteensä tarkastettiin 1250 taimen vauriot. Kokeessa testataan fenologisin perustein valittujen kantataimien pistokasjälkeläistöjä.

Aikaisin kasvuun lähtevissä pistokastaimissa oli runsaammin tuomiruosteaurioita kuin myöhään silmunsä aukaisevissa taimissa (kuva 1). Kaikki koe-erät olivat kärsineet tuomiruosteen vioituksista. Latvan käyristävä ja tuhoava ruoste johtaa ranganvaihdukseen ja puun heikkoon laatuun. Kuvassa 2 saman kloonikokeen tuomiruosteen vauri-



Kuva 5. Uudistamiskokeessa 2130/02 Pieksämäellä pluspuujälkeläistöistä valitut kantataimet latvotaan pistokasok-sien juurtumisen parantamiseksi. (kuva Marja-Leena Napola)

oittama puu 15 vuoden iässä vuonna 2009.

Vastaavanlaisia tuloksia on saatu Pieksämäelle ja Ristiinaan vuonna 2003 istutettujen kuusen pluspuiden jälkeläiskokeiden havainnoinneista vuosina 2008–09. Jälkeläistöjen silmunpukkeamisen luokitusarvojen perusteella eri jälkeläistöt puhkaisivat silmunsa samassa aikajärjestyksessä eri osakokeissa ja tämä piirre oli vahva ($r = 0,942$) ja erittäin merkitsevä. Taimivaurioiden määrän ja jälkeläistöjen silmunpukkeamisarvojen välinen riippuvuus kokeissa oli myös erittäin merkitsevä. Myöhään kasvunsa aloittavilla jälkeläistöillä on aikaisia selvästi vähemmän taimivaurioita.

Silmunpukkeaminen ja korovauriot

Fenologista valintaa selvittävien Lopen testautarhakokeiden rinnakkaiskokeet on perustettu v. 1994 Karkkilan Haaviston pelto-alueille kentäkokeiksi normaaliin 2 x 2 metrin istutustiheyteen. Kokeiden pituusmittauksen yhteydessä vuonna 2008 havaittiin puissa runsaasti koroja ja mustaa sienitautia. Koepuiden korovauriot luokiteltiin kahteen luokkaan: lieviä vaurioita



Kuva 6. Kuusenjalostaja Marja-Leena Napola selostaa Tapion työryhmälle taimivalintaa siemenviljelyksessä nro 433. (kuva Erkki Kosonen)

ja pahoja vaurioita. Tulokset osoittivat, että sienikorot olivat iskeytyneet erityisesti koe-eriin, joiden isäpuu oli saksalainen.

Aikaisin silmunsa aukaisevista kantataimista lisätyt koe-erät olivat useassa tapauksessa pahemmin korovaurioituneita kuin myöhäisistä kantataimista lisätyt erät (kuva 3). Joissain tapauksissa alkuperä vaikutti korotautiherkkyyteen voimakkaammin kuin kasvuunlähdon ajankohta. Kokeissa vertailuna olleet Kangasniemen siemenviljelyserät olivat suhteellisen terveitä.

Kasvurytmin huomioiminen tämän päivän kuusenjalostuksessa

Tämän vuosituhatosen alusta alkaen on kuusen koeviljelyksissä tehty pituusmittauksen lisäksi havaintoja keväisestä kasvuunlähdestä ja syksyisestä jälkikasvuisuudesta. Tarkempien havaintojen myötä saadaan käyttöön monipuolisempaa tietoa jalostuksen piirissä olevasta aineistosta.

Pluspuiden testaamiseksi perustettujen koeviljelysten tulosten perusteella valitaan kloonit uusiin ns. 1,5-polven siemenviljelyksiin (valiosiemenviljelyksiin). Kloonivalinnassa huomioidaan kukinnan ja kasvutietojen lisäksi jälkeläistöjen

ulkoinen laatu. Kyseisen valintamenetelmän arvioidaan tuottavan kasvuisia ja nykyistä taudinkestävämpiä taimia tulevien vuosikymmenten metsänviljelyn tarpeisiin.

Uusien, 1990-luvulla valittujen pluspuiden siemenerillä on perustettu kaikille lähtöisyysalueille jälkeläiskokeita (uudistamiskokeita), joista seitsemän vuoden iässä valitaan parhaat taimyksilöt kasvullista lisäystä ja kloonitestausta varten. Perhevalintaa sekä yksilövalintaa varten koeviljelysten taimien kasvuunlähtö ja ulkoinen laatu on luokiteltu tarkoin. Syksyn pituusmittauksen yhteydessä on havainnoitu jälkikasvuisuutta tai latvahäiriöitä. Keväällä silmujen aukeamisen aikaan tehdyssä lopullisessa maastovalinnassa pyritään suosimaan myöhään kasvuun lähteviä, terveitä ja pituuskasvultaan keskimääräistä parempia yksilöitä (kuva 5). Parhaat puut valitaan kloonitestauksen jälkeen 2. polven jalostuspopulaatioon sekä siemenviljelyksiin.

Siementaimisiemenviljelysten ensiharvennus tehdään fenologisin perustein

Etelä- ja keskisuomalaisten uusien pluspuiden siemenerillä on Tapion ja Siemen Forelia Oy:n toimesta perustettu siementaimisiemenvil-

jelyksiä 2000-luvun alkupuolella. Keväällä 2009 tehtiin Tapion Rantasalmella sijaitsevan 10 hehtaarin siemenviljelyksen nro 433 harvennusleimaus, joka perustui taimien silmun aukeamisen ajankohtaan sekä ulkoiseen laatuun. Istutusruuduissa kasvoi kolme kappaletta saman pluspuun jälkeläistäimiä, joista paras jätettiin kasvamaan. Alueelle oli edelliskesänä iskenyt tuomiruoste-epidemia, jonka jäljet näkyivät taimien latvoissa. Työntekijöille oli laadittu valintamenetelmää selvennävä ohje ja heille pidettiin opetus-

tilaisuus ennen merkintätöiden alkamista (kuva 6). Noin kymmenen vuoden kuluttua siemenviljelyksen harvennus tehdään samoja eriä sisältävien jälkeläiskokeiden tulosten perusteella.

Kirjallisuus

Karlsson, B. & Högberg, K.-A. 1998. Genotypic parameters and clone x site interaction in clone tests of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Genetics* 5(1): 21–30.

Krutzsch, P. 1973. Norway spruce. Development of buds. IUFRO S2.02.11. Moniste. 4 s.

Napola, M.-L. 1992. Pistokaslisäyksellä kuusen jalostuksen tulokset metsänviljelyyn. *Metsänjalostussäätiön Tiedote* 1/1992. 8 s.

Napola, M.-L. 1999. Alkuperän ja fenologisen valinnan merkitys kuusen kasvullisessa joukkomonistuksessa. *Metsänjalostussäätiön työraportteja* 55. 27 s.

Siitepölyn kaukokulkeutuminen ja siitepölykilpailu männyillä

Saila Varis

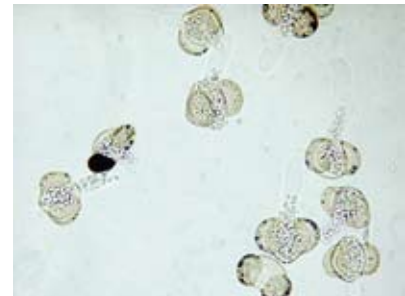
Ilmaston lämpeneminen ja erityisesti sopeutuminen ilmaston ääriolosuhteisiin voi olla haaste myös metsäpuille. Valmiiksi lämpimämpiin olosuhteisiin sopeutuneista populaatioista siitepölyn mukana kulkeutuvat geenit voivat helpottaa tuulipölytteisten puiden sopeutumista muutokseen. Nopean sopeutumisen edellytyksenä on riittävä populaatioiden välinen geneettinen variaatio, kaukokulkeutumisen mahdollisuus sekä kaukokulkeutuneen siitepölyn hyvä kilpailukyky paikallista siitepölyä vastaan. Myös kaukokulkeutumisen ja kukinnan ajoituksen on oltava kohdallaan.

Kaukokulkeutuneen pölyn on siis pärjättävä paikallisen siitepölyn kanssa kilpailussa munasolun hedelmöityksestä. Kilpailu siitepölyjen välillä voi alkaa kemiallisena jo

männyn siitepölyhiukkasten tarttuessa pölytyspisaraan, imiessä nestettä itseensä (hydratoituessa) ja/tai sen kulkeutuessa pölykammioon. Pölykammiossa siitepölyt itävät ja siitepölyputki tunkeutuu siemenaiheen sydämen läpi kohti munasolua. Siitepölyn itämisessä ja pölyputkien kasvunopeuksissa voi olla eroja, ja myös kukan solukko ja siitä erittyvät aineet saattavat vaikuttaa kilpailuun. Siitepölyjen kilpailukykyyn voivat vaikuttaa niiden kehittymisen aikaiset olosuhteet, ympäristöolosuhteet pölytyksen ja hedelmöityksen aikana ja/tai geneettiset ominaisuudet.

Siitepölyn kaukokulkeutumisen mahdollisuutta tutkimme tarkkailemalla kukintaa, mittaamalla siitepölymääriä ilmassa ja testaamalla ilmasta kerätyn siitepölyn itävyyskykyä Korpilahdella, Rovaniemellä ja Kevolla vuosina 1997–2000. Sekä Rovaniemellä että Kevolla todet-

tiin olevan elävää siitepölyä ilmassa ennen paikallista hedekukintaa, kun samaan aikaan hedekukinta jatkui eteläisemmällä tutkimusalueella. On myös mahdollista, että siitepölyn kaukokulkeutuminen jatkuu myös paikallisen siitepölytuotannon alettua.



Kuva 1. Kasvatusliuoksessa 5 vrk idätettyjä männyn siitepölyhiukkasia. (kuva Saila Varis)