

Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2003

Marja Poteri (toim.)

Implant Ab

Närekuja 1, 0X000 Taimela. Puh. 010-3000000

Kasvatuspaikka:
Kantatodistuksen koodi:
Taimierän numero
Puulaji:

Luhanka
EY/FIN/1
TP02/006

Kuusi

Picea abies
2 v, paakku, (B)

64 kpl
Alustavasti testattu

Siemenviljelys
Sv 235

60°55'N, 26°13'E

Metsätalous
1020-1220 d.d.

26/16 cm
431 kpl/m²

22.10.2002

2.6.2003

4.6.2003

Tunturitaimi Oy

Siementie 1, 0X000 Kelovaara. Puh. 010-3000000

Kasvatuspaikka:
Kantatodistuksen koodi:
Taimierän numero
Puulaji:

Sodankylä
EY/FIN/ G4-72
T02/092

Mänty

Pinus sylvestris
1 v, paakku (PL256)
256 kpl
Siemenlähde tunnettu

Siemenlähde

Mänty 9

67°20'-67°40'N, 25°10'-25°30'E

Kittilä

Tuntematon

Metsätalous

8 cm/ 5 cm
1600 kpl/m²

20.6.2003

23.6.2003

Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2003

Marja Poteri (toim.)

Poteri, Marja (toim.) 2003. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2003.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 907. 77 sivua.
ISBN 951-40-1901-6

Julkaisija	Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema
Hyväksynyt	Jari Hynynen 16.12.2003
Tilaukset	Metla, Vantaan tutkimuskeskus, kirjasto, PL 18, 01301 Vantaa puh. 010 211 2200, faksi 010 211 2201
Kansikuva	Risto Rikala
Painopaikka	Suonenjoen Kirjapaino
Taitto	Anne Turunen

Sisältö

Kirjoittajat	5
Lukijalle	7
Versosurman torjunnan ajoittaminen taimitarhalla. Esitelmä peukalosäntöjen luomisesta. <i>Raija-Liisa Petäistö</i>	9
Kuusen uusi versotauti taimitarhoilla <i>Arja Lilja, Jarkko Hantula, Timo Kurkela, Marja Poteri ja Martti Vuorinen</i>	13
Standardoitu ”1+5 –menetelmä” kasvualustojen analysoinnissa <i>Päivi Lötjönen</i>	20
Turpeen täyttötiiviyden ja kalkituksen sekä kastelun ja varjostuksen vaikutus kuusen paakkutaimiin <i>Risto Rikala, Kyösti Konttinen ja Sirpa Kolehmainen</i>	23
Kuusen siementen itävyyden muutokset esikäsittelyiden aikana <i>Anu Hilli</i>	33
Kuusen tyvilahon leviämisoriski ja kantojen noston merkitys taudin torjunnassa <i>Tuula Piri</i>	44
Kuusen tyvilahon torjunta kilpailevien sienien avulla <i>Kari Korhonen</i>	51
Siemen- ja taimikaupan säädökset ja niiden valvontatulokset <i>Kari Leinonen ja Kirsi Taskila</i>	61

Kirjoittajat

Jarkko Hantula

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18, 01301 VANTAA
Jarkko.Hantula@metla.fi

Anu Hilli

Oulun seudun luonnonvara-alan oppilaitos
Kirkkotie 1, 91500 MUHOS
Anu.Hilli@osakk.fi

Sirpa Kolehmainen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Sirpa.Kolehmainen@metla.fi

Kyösti Konttinen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Kyosti.Konttinen@metla.fi

Timo Kurkela

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18, 01301 VANTAA
Timo.Kurkela@metla.fi

Kari Leinonen

Kasvintuotannon tarkastuskeskus
PL 42, 00501 HELSINKI
Kari.Leinonen@kttk.fi

Arja Lilja

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18, 01301 VANTAA
Arja.Lilja@metla.fi

Jaana Luoranen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Jaana.Luoranen@metla.fi

Päivi Lötjönen

Kekkilä Oyj
Amerintie 64
PL 67, 04301 TUUSULA
Paivi.Lotjonen@kekkila.fi

Raija-Liisa Petäistö

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Raija-Liisa.Petaisto@metla.fi

Tuula Piri

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18, 01301 VANTAA
Tuula.Piri@metla.fi

Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Marja.Poteri@metla.fi

Risto Rikala

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Risto.Rikala@metla.fi

Heikki Smolander

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Heikki.Smolander@metla.fi

Kirsi Taskila

Kasvintuotannon tarkastuskeskus
PL 42, 00501 HELSINKI
Kirsi.Taskila@kttk.fi

Martti Vuorinen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 154, 77600 SUONENJOKI
Martti.Vuorinen@metla.fi

Lukijalle

Tänä vuonna on kulunut 35 vuotta Metsänviljelyn koeaseman perustamisesta Suomenjoelle. Syksyllä 2002 tuli kuluneeksi 30 vuotta siitä, kun Tasavallan Presidentti Urho Kaleva Kekkonen vihki tutkimusaseman silloin ajanmukaiset tilat käyttöön. Saattaisi olla jo oikea aika arvioida, onko tutkimusasemasta ollut elinkeinolle enemmän hyötyä kuin haittaa. Se on kuitenkin muiden tehtävä. Meidän tehtävämme on jatkaa Jyrki Raulon viitoittamalla tiellä: tutkia oikeita ongelmia ja jalkauttaa omia ja muiden tutkimustuloksia käytäntöön.

En malta olla kuitenkaan toteamatta, että Suomenjoella oli merkittävä rooli vuonna 1972 käyttöön otetussa koivun paljasjuuritaimien kokoluokituksessa sekä 1977 käyttöön otetussa havupuiden paljasjuuritaimien kokoluokituksessa. Suomenjoen tutkimusaseman osa kuluvan vuoden alussa tapahtuneessa taimituotannon normiohjauksen purkamisessa on ollut ihan merkityksetön. Ympyrä on siis sulkeutunut: asema oli aikanaan luomassa normiohjausta ja nyt purkamassa.

Viljelymetsätalous on näinä vuosikymmeninä muuttunut joisakin suhteissa todella paljon ja tietyillä osa-alueilla hämmästyttävän vähän. Taimituotanto on vaihtunut työvaltaisesta paljasjuurituotannosta prosessiteollisuutta muistuttavaksi paakkutaimituotannoksi. Metsänviljelyn teknologia on kuitenkin kehittynyt yllättävän vähän.

Myös ympäröivä yhteiskunta on muuttunut ja säilynyt. Olemme tulleet nopeasti osaksi avoimia eurooppalaisia ja osin globaalejakin markkinoita. Yksityismetsätalouden organisaatorakenteet ja toimintatavat ovat kuitenkin edelleen suljetun talouden ajalta.

Suomenjoen metsäviljelyn koeasema ja tutkimustaimitarha perustettiin yhteiskunnan säätelemien kolhoositaimitarhojen valtiolliseksi mallitaimitarhaksi eli sovhoosiksi. Alan suuri muutos oli kolhoosijärjestelmän purkaminen ja taimituotannon tuominen avoimen kilpailun piiriin. Tämä muutos on ollut meidän tutkijoiden silloisista vahvoista epäilyistä huolimatta melkoinen menestystarina, toisin kuin esimerkiksi rautatietoimintojen yhtiöittäminen Iso-Britanniassa.

Muutoksella on ollut hyvät ja huonot puolensa. Monet pelkäävät, että taimiyhtiöt näyttävät kilpailevan toisensa hengiltä. Toivon, ettei näin tapahdu. Kannattaisi ehkä ottaa oppia muilta tuotannon aloilta kehityksen kannalta terveistä kilpailutavoista.

Hintakartelli ja puunhankinnassa pitkään käytetty savujako eivät toimi enää tässä yhteiskunnassa. On kilpailtava terveesti laadulla ja hinnalla, ja laatu sisältää yhä useammin palvelun laadun.

On varauduttava myös mielikuvamarkkinoinnin tuloon. Tämä voi olla meille tuotelaatuun fiksoituneille ammattilaisille vaikea niellä.

Kosmetiikan myynti on lähes kokonaan mielikuvien myyntiä. Ruuassa kysytään jo makuakin. Koneissa, laitteissa ja teollisuuskemikaaleissa laatu ja hinta sekä palvelu ratkaisevat. Taimituottajat joutuvat lähivuosina ratkaisemaan, mikä on mielikuvamarkkinoinnin rooli. Katteettomat lupaukset voivat olla kalliita koko alalle. Avoimiin markkinoihin kuuluu olennaisena osana osaamisella kilpailu. Kolhoosituotannon aikaan oli luonnollista, että innovaatiot ja uusi osaaminen olivat yhteistä. Kilpailutilanteessa on yhtä luonnollista, että innovaatiot pyritään pitämään kilpailijoilta salassa mahdollisimman pitkään.

Osaamisen suojaaminen on tuonut meidät alan tutkijat uuteen tilanteeseen. Käytännön sovelluksiin tähtäävä tutkimus- ja kehitystyö on epäkiitollista, jos ei tiedä, missä käytäntö menee. Tutkija ei saa kiitosta lanseeratessaan menetelmää, joka on ollut käytössä jo vuosia. Luonnollisin ratkaisu olisi luopua sovelluksista ja keskittyä perustutkimukseen. Mutta onko tutkijoiden pakeneminen perustutkimukseen alan etu.

Toisena vaihtoehtona on, että tutkijoiden ja tuottajien välinen luottamus mahdollistaa tuntuman käytännön eturintamaan. Tämä edellyttää, että tutkijat ovat luottamuksen arvoisia. Tietovuotoja ei saa tapahtua. On myös aiheita, joissa tuottajien kannattaisi yhdistää voimansa. Ei ole kustannustehokasta, että jokainen tuottaja maksaa erikseen myös sellaisen menetelmäkehityksen, jolla on vaikea saada ratkaisevaa kilpailuetua, mutta joka on tuotannon kannalta välttämätön. Voimat yhdistäen saisi murto-osalla kustannuksista olennaisesti parempaa. Luottamusta ja pro-ala -ajattelua tarvitaan myös tuottajien kesken.

Tähän julkaisuun on koottu Jyväskylässä 4. ja 5. helmikuuta 2003 pidettyjen Taimitarhapäivien esitelmät ja muutamia artikkeleita, jotka eivät olleet esillä Taimitarhapäivillä.

Suonenjoella Kaijan päivänä 2003

Heikki Smolander

Versosurman torjunnan ajoittaminen taimitarhalla. Esitelmä peukalo-sääntöjen luomisesta.

Raija-Liisa Petäistö

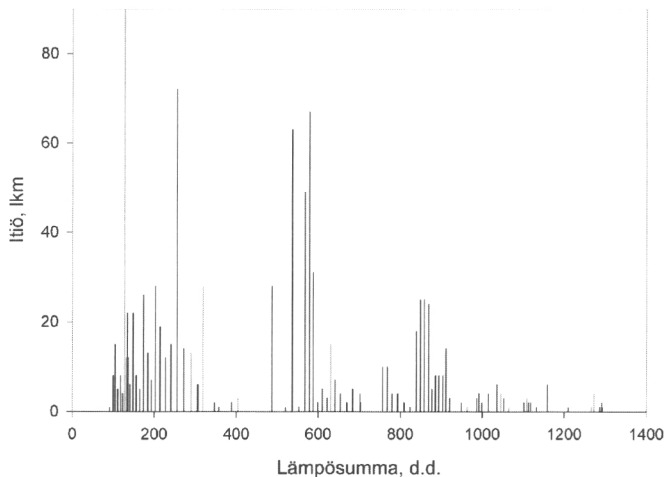
Surmakka (*Gremmeniella abietina*) aiheuttaa tuhoja havupuilla (*Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*). Runsaimmin tuhoja on havaittu männällä. Tautia esiintyy taimitarhalla kasvatettavista ensimmäisen kasvukauden taimista aina eri ikäisiin metsäpuihin.

Tuhot taimitarhoilla ovat vähentyneet, koska on paljolti siirretty paljasjuuristen taimien tuotannosta paakkutaimituotantoon. Paljasjuurituotannossa taimia kasvatetaan tarhalla pitempään, kun taas paakkutaimituotannossa yhden kasvukauden ikäiset taimet on päätuote. Suurtuhoja esiintyy ajoittain, mm. keväällä 2001 tällainen oli Etelä-Ruotsin metsissä.

Taudin leviäminen

Sienitaudit leviävät useimmiten itiöillä. Surmakan itiölevinnän ajoittumista kasvukauden aikana on tutkittu ja mallitettu vuosina 1997-1999 Suomenjoen tutkimusaseman tutkimustaimitarhalla (Petäistö ja Heinonen 2003). Itiölevintä on riippuvainen etenkin lämpösumman kehitymisestä ja sateista. Keski-Suomen alueella itiölevinnästä yli puolet tapahtuu ennen kuin lämpösumma tavoittaa 500 d.d., ja suurin osa levinnästä on ohi 800 d.d. aikoihin. Itiölevintää tavataan kuitenkin pienemmässä määrin myös kasvukauden lopussa (kuva 1).

Kuva 1.
Surmakan itiölevintä kesällä 1999 lämpösummakertymän suhteen. Itiökeräys ilmasta. (Petäistö ja Heinonen 2003).



Itiöt ovat kuromapesäkkeissä, pyknidioissa, joita muodostuu sairastuneisiin taimen neulasiin ja versoon. Yleensä leudot, kosteat syksyt ja talvet edesauttavat itiöpesäkkeiden ja itiöiden kehittymistä.

Itiölevinnän toteamiseksi voidaan analysoida itiöiden määrää kerätyissä sadevesinäytteissä (suppilolla varustetut keruupullot), esim. viikon aikana tullut sadevesinäyte (kuva 2). Keruupullojen asettelussa otetaan huomioon todennäköisten itiölevinnän lähteiden sijainti taimitarhalla. Itiömäärän analysoinnissa voidaan käyttää surmakan itiöille tuotettua monoklonaalista, spesifistä vastaainetta (ELISA-menetelmä) (Koistinen ym. 2000).

Männyn taimen kasvuvaihe ja alttius surmakalle

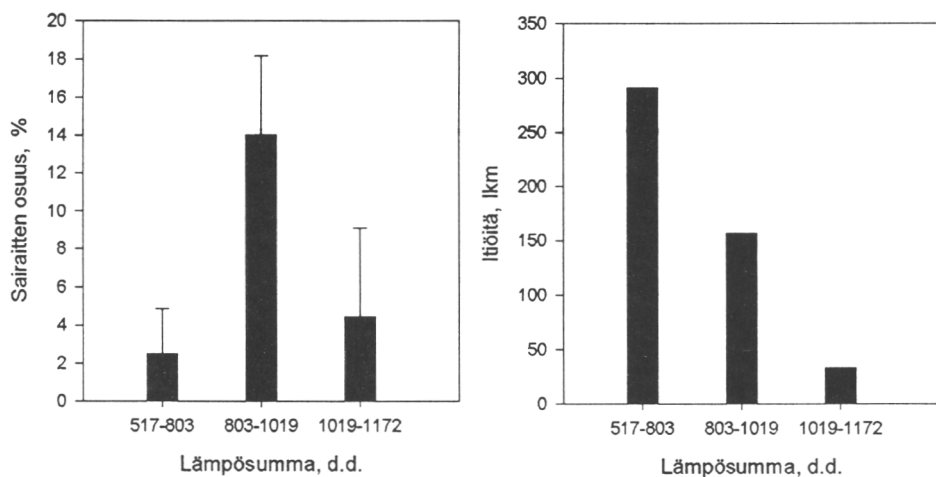
Suonenjoella tehdyissä kokeissa, joissa käytettiin paikallista alkuperää olevia sekä ensimmäisen kasvukauden että toisen kasvukauden taimia (Petäistö ja Kurkela 1993, Petäistö 1999, Petäistö ja Laine 1999), on käynyt ilmi, että ensimmäisen kasvukauden taimet ovat alttiimmillaan n. 800 d.d. paikkeilla (silmun kehitysvaihe). Myöhäissyksyllä taimet ovat kestäviä. Toisen kasvukauden taimet ovat alttiimmillaan ennen 800 d.d.

Taudille kestävässäkin kasvuvaiheessa taimet voivat tulla alttiiksi stressin vaikutuksesta, mikä on tullut ilmi kylmästressikokeessa (halla) (Petäistö ja Kurkela 1993). Myös varjostuksella on tautia lisäävä vaikutus (Read 1968).

Kesän 1999 kokeessa tuli kasvuvaiheen merkitys esiin. Kesällä 1999 kerättiin ilmasta surmakan itiöitä läpi kesän läheltä itiöpesäkkeellisiä *Pinus cembra* -mäntyjä. Ensimmäisen kasvukauden

Kuva 2.
Itiönkeruusuppilo, jolla voidaan kerätä sadevesinäytteitä surmakan itiöiden määrän analysointia varten.
Kuva: Raija-Liisa Petäistö



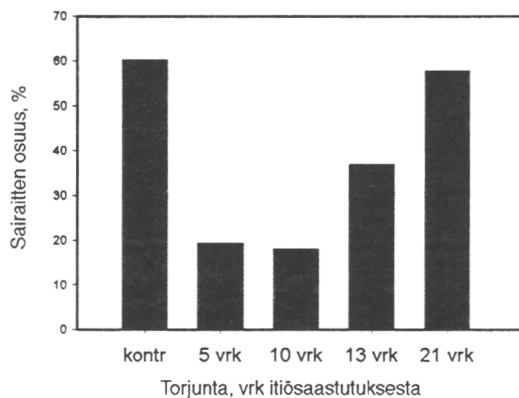


Kuva 3.

Kesällä 1999 surmakan itiölevinnälle eri d.d.-jaksojen aikana altistettujen taimien sairastuminen (%) keväällä 2000 (vasemmalla). Samoilla d.d.-jaksoilla ilmasta kerätyt surmakan itiöt vuonna 1999 (oikealla).

Kuva 4.

Männyn taimien sumakkasaastutusta torjuttu Bravolla 5-21 vrk saastutuksen jälkeen. Sairaitten taimien osuus seuraavana keväänä. (Petäistö ja Juntunen 2000).



männyn taimia (*P. sylvestris*) pidettiin tietty ajanjakso samalla alueella. Keväällä 2000 taimet inventoitiin. Sairaitten taimien osuus pysyi vähäisenä, mutta oli suurin niissä arkeissa, jotka olivat lämpösummajaksolla (d.d) 803-1019 olleet itiölevinnän alla. Aikaisemmallalla lämpösummajaksolla, 517-803, itiömäärä oli suurempi, mutta sen aikana itiölevinnälle altistuneet taimet sairastuivat todella vähän (kuva 3.)

Torjunnan tehokkuus

Torjunnan tehokkuus (Bravo) on kokeissa ollut sitä parempi mitä välittömämmin itiölevinnän jälkeen se on tehty (Petäistö ja Juntunen 2000) (kuva 4). Samoin kääntäen torjunta-aineen teho heik-

kenee, mitä pidemmän aikaa ennen itiölevintää torjunta-ainekäsittely on tehty (Juntunen ja Petäistö 1999).

Torjunnan ajoittamiseen 'peukalosääntöjä' luodessa on siis hyvä tehdä yhteenvetoa sääoloista (mm. hallat, sateet), lämpösumman kertymisestä, taimien kasvuvaiheesta ja itiölevinnän seurannasta. Apuna torjunnan ajoittamisessa voi olla itiölevintämallin käyttö (käyttöön tarvitaan paikalliset lämpötila ja sadetiedot) ja itiömääräanalyysi sadevedestä.

Kirjallisuus

- Juntunen, M.L. & Petäistö R.L. 1999. Versosurman kemiallinen torjunta ja torjuntatehon pysyvyys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 133-147.
- Koistinen, K., Petäistö, R.-L., Vartiainen, S., Ehrbar, K. & Kajander, E.O. 2000. Monoclonal antibodies to specific surface antigens on *Gremmeniella abietina* spores. *Mycologia* 92: 421-429.
- Petäistö, R.-L. & Kurkela, T. 1993. The susceptibility of Scots pine seedlings to *Gremmeniella abietina*: effect of growth phase, cold and drought stress. *European Journal of Forest Pathology* 23: 385-399.
- . 1999. Growth phase of bare-root Scots pine seedlings and their susceptibility to *Gremmeniella abietina*. *Silva Fennica* 33: 179-185.
- & Laine, A. 1999. Effects of winter storage temperature and age of Scots pine seedlings on the occurrence of disease induced by *Gremmeniella abietina*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 227-233.
- & Juntunen, M.L. 2000. Timing fungicide applications for control of *Scleroderris* canker: Efficacy of fungicide applied to spores, hyphae and diseased seedlings. Lilja A. and Sutherland, J.R.(Eds). Proceedings of the 4th Meeting of IUFRO Working Party 7.03.04 Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 781: 189-200.
- & Heinonen, J. 2003. Conidial dispersal of *Gremmeniella abietina*: climatic and microclimatic factors. Hyväksytty julkaistavaksi sarjassa *Forest Pathology*
- Read, D. J. 1968. Some aspects of the relationship between shade and fungal pathogenicity in an epidemic disease of pines. *New Phytology* 67: 39-48.

Kuusen uusi versotauti taimitarhoilla

Arja Lilja, Jarkko Hantula, Timo Kurkela, Marja Poteri ja Martti Vuorinen

Johdanto

Uusia kasvitauteja ilmaantuu maamme taimitarhoille ajoittain. Taudit esiintyvät aluksi harvinaisina, eikä niihin kiinnitetä suurempaa huomiota. Kesällä 2001 kuusen (*Picea abies*) kaksivuotiaissa paakkutaimissa havaittiin oireita, jollaisia aiemmin tunnetut taudit eivät ole aiheuttaneet. Samoihin aikoihin Norjassa on esiintynyt samanlaista tautia. Seuraavina kesinä löytyi lisää kuusia, joilla oli samantyyppisiä oireita.

Taudissa kuusen versojen primaarineulaset ruskettuvat neulasten tyvestä alkaen ja aikaa myöten neulaset karisevat. Seuraavassa vaiheessa taimen runkoon muodostuu koro. Osalla taimista infektioualueella on myös pihkavuotoa. Taimilla, joissa koro leviää rungon ympäri, koron yläpuolinen osa versoa kellastuu ja vähitellen koko taimi ruskettuu. Useilla taimilla koro jää pienemmäksi ja toispuoleiseksi, jolloin taimi jatkaa kasvuaan. Seuraavana vuotena koro ja neulaseton alue jäävät helposti huomaamatta, koska vika kaksivuotiaalla tai vanhemmalla taimella on piilossa verson keski- tai alaosissa.

Testataksemme, onko oireiden takana mahdollisesti jokin sienitauti, vuosien 2001 ja 2002 kuusista tehtiin korojen kohdalta sienilajikartoitus käyttäen sekä perinteistä viljelymenetelmää, jossa mahdolliset patogeenit eristetään panemalla kasvimateriaalia agaralustoille että molekyylibiologisia menetelmiä, jotka pohjautuvat sieni-DNA:n eristämiseen, monistamiseen ja tunnistamiseen. Sen lisäksi yleisimmin eristetyillä sienillä tehtiin kaksi patogeenisuuskoea, joilla testattiin erikseen kunkin sienilajin kykyä aiheuttaa samanlaisia oireita kuin ne, joita oli ollut taimessa, josta testattava sieni oli eristetty.

Menetelmät

Sienieristykset

Sienieristystä tehtiin rungolla olevista koroista. Eristystaimien määrä oli kumpanakin vuotena 20. Ennen eristyspalojen leikkausta taimet pintasteriloitiin suihkuttamalla niiden pintaan 70 % alkoholia. Taimien kuivuttua laminaarivirtauskaapissa, niistä leikattiin steriilisti noin 0,5 cm paloja, jotka asetettiin kasvamaan mallasagaralustoille (MA, 12 g/l Difcon mallasuute ja 12 g/l Difcon agar) petrimaljoille (Ø 9 cm) 24 °C lämpötilaan. Jatkoeristykset puhdasviljelmien saamiseksi tehtiin samalle alustalle.

Sienilajikartoitus molekyylibiologisin menetelmin

Sienieristyksistä ja osasta samoja taimia, joista sienieristykset oli tehty, tehtiin 18S rDNA-profilointi, jossa tiettyä DNA aluetta monistetaan vain sieni-DNA:ta monistavilla alukkeilla suoraan tutkittavasta materiaalista PCR-laitteella ja lopputuote erotellaan elektroforeettisesti geelissä (DGGE). Lopputuloksena saadaan näytteen sisältämän sieniyhteisön lajistosta eräänlainen sormenjälki, josta ilmenee jokaisen sienilajin esiintyminen ja määrä näytteessä (Vainio ja Hantula 2000).

Yleisimmin eristetyn sienen eri morfologisia kantoja verrattiin toisiinsa myös nk. geneettisten sormenjälkien (RAMS) avulla (Hantula ym. 1996). Näin voitiin DGGE-menetelmän avulla tapahtunut sienten luokittelu vielä varmistaa.

Patogeenisuuskokeet

Ensimmäisessä kokeessa vuoden ikäiset kuusen paakkutaimet istutettiin turpeella täytettyihin 0,5 litran purkkeihin. Puoleen väliin runkoa ympäröitiin viikon kuluttua istutuksesta kahta yleisemmin eristettyä sientä (yhtä sientä yhteen taimeen). Kummallakin sienellä inokuloitiin kahdeksan tainta. Ymppe oli agaralustalta leikattu 16 mm² kasvuston pala, joka kiinnitettiin kietomalla rungon ja ympin ympäri suikale parafilmiä. Kahdeksaan kontrollitaimeseen lisättiin pelkät agarpalat ilman sientä. Ymppe ja parafilmi poistettiin kolmen päivän kuluttua. Taimet kasvoivat 19-22 °C lämpötilassa kasvihuonelamppujen alla laboratorion pöydällä noin kuukauden ajan.

Toisessa kokeessa itiösuspensiolla saastutettiin kennostossa (Plantek 81F) kasvavia pieniä kuusen taimia. Viisi viikkoa aikaisemmin kuusen siemenet oli kylvetty turpeeseen ja taimet olivat noin neljän viikon ikäisiä. Vain toinen ensimmäisen kokeen sie-

nistä tuotti itiöitä, joten vain tätä voitiin käyttää tässä kokeessa. Kaksikymmentä tainta kennoston 81 taimesta inokuloitiin tiputamalla taimen päälle 2 ml itiösuspensiota, jossa itiöitä oli 100 kpl/ml. Taimien määrä kummassakin käsittelyssä oli 40. Taimet kasvoivat kuukauden ajan samoissa olosuhteissa kuin ensimmäisen kokeen taimet, paitsi valo oli luonnon valoa.

Tulokset

Sienieristykset ja 18S rDNA-profilointi

Taimien koroista saatiin eristettyä morfologialtaan erilaisia kasvustoja. Yleisimmin esiintyneitä kasvustoja ryhmiteltäessä löytyi kolme kasvustotyyppiä, joista yksi tuotti itiöpullomaisia rakenteita. Tämän perusteella sitä kutsuttiin *Phoman* kaltaiseksi sieneksi.

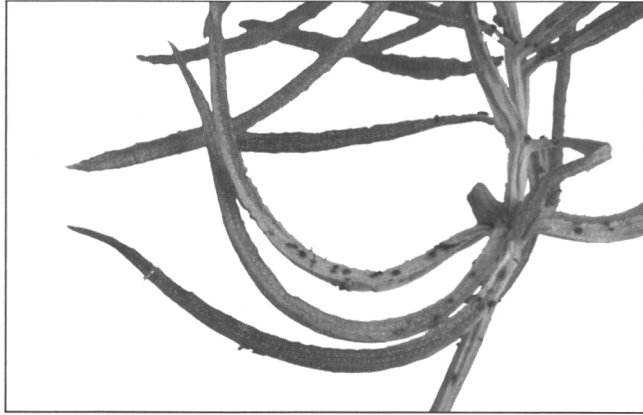
18rDNA-profilointi tuotti koroista geelille alukkeesta riippuen eri määrän juovia ja juovien katsottiin edustavan samaa mikrobia, mikäli ne asettuivat geelissä samaan kohtaan. Tämän mukaan taimissa esiintyi yleisimmin kahta mikrosientä (OTU 1 ja OTU 2). Samoista koroista otettujen näytteiden mukaan OTU 1 oli läsnä alukeparista riippuen 14 tai 17 taimessa, joista 14 tainta oli samaa. Toiseksi yleisin mikrobi OTU2 löytyi alukeparista riippuen 9 ja 10 kertaa, joista 7 tainta olivat samoja. Lisäksi taimissa oli muita mikrosieniä, jotka esiintyivät vain yhdessä tai kahdessa taimessa.

Samaa menetelmää kuin koroihin käytettiin myös eristettyihin sieniviljelmiin, jotka edustivat erilaisia morfologisia ryhmiä. Mukaan otettiin myös verranne, joka oli tunnistettu *S. conigenus* -sieneksi tuottamiensa itiöiden perusteella. Profilointi paljasti, että kaksi kolmesta ryhmästä olivat analyysin mukaan identtisiä verranteen kanssa. Kun tämä tieto yhdistettiin koroista saatuun, voitiin päätellä, että OTU 1 edusti *S. conigenus* -sientä ja OTU 2 *Phoman* kaltaista sientä.

Patogeenisuuskoe

Ensimmäisessä kokeessa molemmat ympätyt mikrobit aiheuttivat neulasten ruskettumista. Koroja kuusen taimiin ei kuitenkaan koeaikana vielä syntynyt, vaikka enin osa ruskettuneista neulasista oli karissut jättäen runkoon paljaan kohdan. Toisessa kokeessa, jossa saastutus tehtiin vain itiöitä tuottavalla *S. conigenus* -sienellä, pienet taimet ruskettuivat vähitellen niin, että kokeen lopussa kaikki taimet olivat kuolleet. Kontrollitaimet sen sijaan säilyivät molem-

Kuva 1.
Sirococcus
conigenus-sienen
itiöpesäkkeitä
kuusen taimen
kuolleilla neulasilla
ja verson pinnalla.
Kuva: Erkki
Oksanen.



missä kokeissa elossa. Kun ruskettuneista taimista tehtiin eristykset agar-alustoille, niistä kasvoi samanlaista rihmastoa kuin sienellä, jolla taimet oli saastutettu.

Tulosten tarkastelu

Viime vuosina taimitarhoillamme on esiintynyt kuusen paakku-taimilla oireita, joita meillä aiemmin tunnettujen biottisten tai abioottisten tautien ei tiedetä aiheuttavan (Poteri 2002). Perinteisin sienieristyksin ja molekyylibiologisin menetelmin selvisi, että useassa korossa oli yhtä tai molempia useimmin eristettyä sienilajia. Toinen näistä oli *S. conigenus*, jonka meillä ei ole aiemmin raportoitu aiheuttavan koroja kuusen taimitarhataimilla. Toinen sieni jäi tarkemmin määrittämättä, koska tutkimusaikana kasvustoon muodostuviin pullomaisiin rakenteisiin ei syntynyt itiöitä. Molemmat sienet ruskettivat neulasia taimissa, joihin niiden rihmastoa ympättiin.

Monilla havupuulajeilla esiintyvä *S. conigenus* tartuttaa sekä kasvavia versoja että käpyjä pilaten kävyissä olevia siemeniä. Taimitarhoilla siementen kautta leviävä tautimuoto aiheuttaa taimipolteen (Sutherland ym. 1981, Motta ym. 1996). Myöhemmin kesällä sieni kuristaa latvakasvaimen, jolloin ruskettunut latva nuokkuu alaspäin (Hamm ym. 1990, Nef ym. 1999). Ruotsissa tätä oiretta on esiintynyt männyllä (Eidmann ym. 1976). Meillä nuokkuvia, ruskettuneita kuusen latvoja on tavattu satunnaisesti kuusen taimilla, mutta *Sirococcusta* niistä ei ole saatu eristettyä (Poteri 2002). Kolmannessa vaihtoehdossa alemmas versoon syntyy laikkuja (Dennis 1990).

Meillä ja Norjassa esiintyvä tauti ei täysin vastaa Pohjois-Amerikassa kuvattua *Sirococcus*-versolaikkua, jossa laikkuun liittyy

punertava väri (Dennis 1990). Meillä molemmat kuusen koroista eristetyt lajit, *S. conigenus* ja *Phoman* kaltainen sieni, olivat testauksessa patogeenisia. USA:ssa ja Kanadassa molempia sienilajeja pidetäänkin torjuttavina taudinaiheuttajina taimitarhoilla (Kliejunas ym. 1985, Sutherland ym. 1989, Hamm ym. 1990).

S. conigenus pilaa metsässä käpyjä, minkä lisäksi se tarttuu myös kasvussa oleviin havupuiden versoihin aiheuttaen oksien ja latvojen kuolemista. Itävallassa tämän sienen on todettu aiheuttavan nuorissa kuusikoissa kasvatappiota sekä monilatvaisuutta (Halmschlager ym. 2000). Pohjois-Ruotsissa *S. sirococcus* on sen sijaan yhdistetty kontortamännyn (*Pinus contorta*) taimikkotuhoihin (Karlman 1980). Meillä Kujala on löytänyt *S. conigenus* -sienetiöpuikkoja *Picea*-, *Pseudotsuga*- ja *Abies*-lajien kuolleilta versoilta yli 50 vuotta sitten (Kujala 1950). Myöhemmin tätä sientä on eristetty paitsi kuusen kävyiltä myös kuusen versoista ja männyn sirkkataimilta, jotka kasvoivat oireellisten kuusten alla (Tian Fu ja Uotila 2002). Patogeenisuuskokeessa metsästä peräisin olevat *Sirococcus*-kannat eivät kuitenkaan olleet erityisen patogeenisia. Alle 15 % saastutetuista kuuden viikon ikäisistä kuusen taimista sai oireita, kun saastutus tehtiin kasvihuoneessa tai ulkona. Sen sijaan käpyjen saastutus onnistui 100-prosenttisesti. Kolmen viikon kuluttua saastutuksesta käpyjen pinnalle syntyi itiöpuikkoja, joista vapautui runsaasti itiöitä (Tian Fu ja Uotila 2002).

S. conigenus -sientä on myös löydetty täysin terveistä taimista (Butin 1986, Angleberger ym. 2002). Tämä voi merkitä sitä, että endofyyttinen *S. conigenus* aktivoituu ja muuttuu patogeeniseksi vain, mikäli jokin muu tekijä heikentää taimia. Kasvatusolosuhteiden tiedetäänkin vaikuttavan taimien alttiuteen saada *S. conigenus* -infektio. Korkea päivä- ja yölämpötila vähentää alttiutta ja alhainen valointensiteetti (900-3900 lx) lisää taimien alttiutta sairastua tautiin (Wall ja Magasi 1976). Muita tekijöitä taimitarhoilla voivat olla pakkanen ja hyönteisvioletukset. Metsikkötasolla ravinnetalouden häiriöt ovat tyypillisiä alueille, jossa *S. conigenus* on aiheuttanut kasvuhäiriöitä tappamalla kuusten latvoja ja sivuoksien kärkiä (Angleberger ym. 2003).

Sekä perinteinen viljelymenetelmä että molekyyläminen testaus osoittivat, että koroissa oli kahta sientä, joista *S. conigenus* oli yleisempi. Molemmat sienet ruskettivat neulasia. Jatkossa meidän onkin selvitettävä eristettyjen lajien rooli taudissa ja ne olosuhteet, joissa kuusen taimet altistuvat taudille.

Kirjallisuus

- Angleberger, H., Halmschlager, E., Hietz, P. & Mattanovich, J. 2002. Effect of fertilization on the resistance of spruce seedlings to shoot blight caused by *Sirococcus conigenus*. *Julkaisussa: Uotila, A. & Ahola, V. (toim.). Proceedings of the IUFRO Working Party 7.02.02 Shoot and Foliage Diseases, Hyytiälä, Finland, 17-22 June, 2001. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 829: 152-157.*
- , Sieghardt, M., Katzersteiner, K. & Halmschlager, E. 2003. Needle nutrient status of *Sirococcus* shoot blight-diseased and healthy Norway spruces. *Forest Pathology 33: 21-29.*
- Butin, H. 1986. Endophytische Pilze in grünen Nadeln der Fichte (*Picea abies*). *Zeitschrift für Mykologie 52: 335-346.*
- Dennis, J. 1990. Stem lesions on pine caused by *Sirococcus conigenus*. *Seed and seedling extension topics 3: 2:1-2.*
- Eidmann, H. H. & Klingström, A. 1976: *Skadegörare i skogen. LTs förlag, Centraltryckeriet AB, Borås, ISBN-91-36-00269-0. 288 s.*
- Halmschlager, E., Gabler, A. & Andrea, F. 2000. The impact of *Sirococcus* shoot blight on radial and height growth of Norway spruce (*Picea abies*) in young plantations. *Forest Pathology 30: 127-133.*
- Hamm, P. B., Campbell, S. J. & Hansen, E. M. 1990. Growing healthy seedlings. Identification and management of pests in Northwest forest nurseries. United States Department of Agriculture. Forest service. Pacific Northwest Region. Special publication 19. Corvallis, OR. Forest Research Laboratory, Oregon State University. 110 s.
- Hantula J., Dusabenyagasani, M., Hamelin, R.C. 1996. Random amplified microsatellites (RAMS) - a novel method for characterising genetic variation within fungi. *European Journal of Forest Pathology 26: 159-166.*
- Karlman, M. 1980. Skador på *Pinus contorta* i Norra Sverige 1979. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 78: 14-26.*
- Kliejunas, J.T., Allison, J. R., McCain, A. H. & Smith Jr. R. S. 1985. *Phoma* blight on fir and Douglas-fir seedlings in a California nursery. *Plant Disease 69: 773-775.*
- Kujala, V. 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. *Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisu 38,4: 1-121.*
- Motta, E., Annesi, T. & Balmas, V. 1996. Seedborne fungi in Norway spruce: testing methods and pathogen control by seed dressing. *European Journal of Forest Pathology 26: 307-314.*

- Nef, L. & Perrin, R. 1999. Damaging agents in European forest nurseries. Practical handbook. European Union AIR 2CT93-1694 Project ss. 176-180, 189-193. European Communities, Italy. ISBN 92-828-2803-4.
- Poteri, M. 2002. Taimituho-opas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 843: 29.
- Sutherland, J. R., Lock, W. & Farris, R. H. 1981. Sirococcus blight a seed-borne disease of container-grown spruce seedlings in costal British Columbia forest nurseries. Canadian Journal of Botany 59: 559-562.
- , Shrimpton, G. M. & Sturrock, R. N. 1989. Diseases and insects in British Columbia forest seedling nurseries. B.C. Ministry of Forests, PRDA Report 065. 85 s.
- Tian, Fu W. & Uotila, A. 2002. Observation of Sirococcus conigenus and its pathogenicity. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 829: 68-74.
- Vainio, E.J. & Hantula, J. 2000. Direct analysis of wood-inhabiting fungi using denaturing gradient gel electrophoresis of amplified ribosomal DNA. Mycological Research 104: 927-936.
- Wall, R. E. & Magasi, L. P. 1976. Environmental factors affecting Sirococcus shoot blight of black spruce. Canadian Journal of Forest Research 6: 448-452.

Standardoitu ”1+5 –menetelmä” kasvualustojen analysoinnissa

Päivi Lötjönen

Mitä ovat ”1+5-menetelmä” ja EN-standardit?

”1+5-menetelmä” kuuluu maa-analyyseihin. Menetelmän periaate on sekoittaa yksi tilavuusosa näytettä ja viisi tilavuusosaa deionisoitua vettä ja mitata tästä seoksesta pH ja johtokykyarvot. Vastaavanlaisesta uutosta voidaan mitata myös vesiliukoisten ravinteiden arvot. Vaihtuvien ravinteiden arvot mitataan Suomessa yleensä ammoniumasettiutosta ja EN-standardin mukaan CaCl₂-DTPA-uutosta.

Mitä ovat EN-standardit?

”1+5-menetelmä” kuuluu yhteisesti hyväksytyihin eurooppalaiseen kasvualustan analysointia varten kehitettyihin standardimenetelmiin. Standardisoinnista vastaava organisaatio on eurooppalainen standardisointikomitea, CEN –European committee for standardization. EN-menetelmille on laadittu vastaavat suomalaiset SFS-EN-standardit.

Kasvualustoille ja maanparannusaineille käytettäviä EN-analyyssistandardeja:

- näytteenotto EN 12579:1999 (SFS-EN 12579:1999)
- määrän (ulostulon) mittaus EN 12580:1999 (SFS-EN 12580:1999)
- pH-määrittäminen EN 13037:1999 (SFS-EN 13037:1999)
- johtokyky-määrittäminen EN 13038:1999 (SFS-EN 13038:1999)
- orgaanisen aineksen ja tuhkapitoisuuden määrittäminen EN 13039:1999 (SFS-EN 13039:1999)
- näytteen esikäsittely kemiallisia ja fysikaalisia mittauksia varten, kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen, kosteus ja laboratoriolitran määrittäminen EN 13040:1999 (SFS-EN 13040:1999)
- fysikaalisten ominaisuuksien määrittäminen. Kuivatiheys, ilmatila, vesitila, kutistuma ja kokonaishuokostila EN 13041:1999 (SFS-EN 13041:1999)
- maa-analyyssistandardi eli CaCl₂-DTPA-uutto EN 13651:2001
- maa-analyyssin vesiliukoiset ravinteet EN 13652:2001

Miksi siirrytään ”1+5-menetelmään”?

Vuonna 2002 ”1+5” on otettu laadunvalvontamenetelmäksi Kekkilä Oyj:n Suomen tehtailla sekä eestiläisessä tytäryhtiössä ja menetelmän käyttöönottoa laajennetaan pikkuhiljaa. Tulevaisuudessa pakkauksissa on sekä ”1+5”- että puristenestearvot. Puristenestemittauksia suoritetaan edelleen ulkoisena palveluna kotimaisten asiakkaiden tarpeisiin.

Perusteluja ”1+5-menetelmän” valinnalle laadunvalvonnan päämenetelmäksi on runsaasti. ”1+5-menetelmä” (KTTK:n versio) on virallisesti hyväksytty menetelmä Suomessa. ”1+5-menetelmä” soveltuu kaikkien kasvualustojen analysointiin – myös kokoon puristumattomien kivennäis- ja kierrätysmateriaaliseen analysointiin. ”1+5-menetelmällä” saadaan tulokset nopeasti, mikä lisäksi myös hetimitaus on mahdollinen ja hyvin suuntaa antava. Tuotannossa kuivaa turvetta käsiteltäessä puristenestenäyte vaatii kostutusta yön yli. Tulkinnan kannalta johtokyvyn yksikkökoko ”1+5”:ssä on helpompi, varsinkin pienten johtokykyjen osalta. Tällä on merkitystä lähinnä lannoittamattomien tuotteiden ja raaka-aineiden valvonnassa. Muiden etujen lisäksi käyttämällä yhtä menetelmää saavutetaan eri tehtaiden ja jopa eri tuottajien mittausten vertailukelpoisuus.

”1+5” verrattuna puristenestemenetelmään

Puristeneste- ja 1+5-luvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia keskenään. Karkeasti lukuja voidaan vertailla muuntokertoimien avulla. Menetelmien välille ei ole olemassa virallisia muuntokertoimia, mutta analyyseistä saadun ja saatavan kokemuksen perusteella on pystytty laatimaan epävirallisia kertoimia.

Taulukko 1.

Kekkilä Oyj:n kehitysprojektien ja sisäisen laadunvalvonnan mittausten perusteella lasketut muuntokertoimet pH:lle ja johtokyvyille. Puristenesteen johtokyvyn yksikkö on mS/cm ja 1+5:n mS/m.

puristenestearvosta 1+5-arvoon

johtokyky pn x 14
(matalat 16, korkeat 13)

pH pn + 0,4

Myös ravinneanalyysien arvot näyttävät erilaisilta. Esimerkiksi kalsiumin määrä on 1+5-analyysissä moninkertainen puristeneesteanalyysiin verrattuna – kun taas typpi- ja fosforiarvot ovat puristeneestearvoja pienempiä. On tärkeää huomata, että 1+5-analyysissä osalle analysoitavista aineista (Ca, Mg, K, P) uutto tapahtuu ammoniumasetaatilla (Suomessa, myöhemmin siirtymisen EN-uuttoon mahdollinen). Menetelmä vaikuttaa ravinteiden suhteelliseen esiintymiseen. Joidenkin vesiliukoisten aineiden sijasta siis analysoidaan vaihtuvat ravinteet.

Kahden menetelmän välillä on kysymys sekä erilaisesta uuttotavasta että tavasta ilmaista ravinnepitoisuudet. Puristeneestemenetelmässä mitataan pitoisuuksia näytteestä puristetusta nesteestä ja arvot ilmoitetaan nestelitraa kohden. Maa-analyysissä (”1+5”) lasketaan pitoisuudet kasvualustalitraa kohden. Näiltä osin ”1+5”-menetelmä muistuttaa Suomen ”perinteistä maa-analyysiä” (”1+2,5”) – joskaan näiden kahden maa-analyysin pH- ja johtokykyarvot eivät ole vertailtavissa ilman kertoimia erilaisen uuttosuhteen ja yksikön vuoksi. Käytettävä litra kasvualustaa on tiiviydeltään EN-menetelmän mukaisesti mitattu laboratoriolitra.

Yhteenveto

”1+5-menetelmä” on kansainvälinen standardimenetelmä ja virallisesti hyväksytty menetelmä Suomessa. Tämän menetelmän avulla kaikkien kasvualustatyypin analysointi on mahdollista. Menetelmä tuo kasvualustatuotantoon entistä nopeamman laadunvarmistuksen. Valitsemalla käyttöön yksi menetelmä saavutetaan sekä kotimainen että kansainvälinen vertailukelpoisuus.

Turpeen täyttötiiviyden ja kalkituksen sekä kastelun ja varjostuksen vaikutus kuusen paakkutaimiin

Risto Rikala, Kyösti Konttinen ja Sirpa Kolehmainen

Johdanto

Useilla taimitarhoilla Suomessa esiintyi 1990-luvun loppupuolella kuusen paakkutaimissa neulasten keltakärkisyyttä. Neulasten kärjet vaalenivat heinäkuun lopulta, sitten kellertyivät ja lopulta voimakkaassa tapauksessa ruskettuivat. Syyksi epäiltiin monia tekijöitä, kuten liian alhaista kalkitusta, liian vähäistä kastelua, löysää turpeen täyttöä kasvatusarkeissa, varjostuksen käyttöä kuusihuoneissa, liian vähäistä tuuletusta ja ravinnepuutosta.

Ilmiö muistutti paljon magnesiumin puutosoireita. Ravinneanalyysit osoittivatkin, että keltakärkisissä neulasissa on yleensä hieman vähemmän magnesiumia, mutta myös muita ravinteita kuten typpeä, kaliumia, kalsiumia ja fosforia, kuin vihreissä neulasissa. Mikään ravinteista ei kuitenkaan ollut edes lähellä puutosarvoja ja erot ovat ymmärrettäviä, koska kellertävä väri osoittaa jo muutoksia elintoiminnoissa tapahtuneen.

Koska tapauselvityksissä ei ilmiölle löytynyt syytä, päätettiin tukeutua järjestettyihin kokeisiin, joissa normaaleissa kasvatusolosuhteissa tutkittiin epäiltyjen em. oireisiin johtavien kasvustekijöiden vaikutusta taimiin. Koska oireita esiintyi Suomenjoella enemmän vasta käyttöönotetuissa kovamuoviseinäisissä, ilmaukoilla varustetuissa Plantek-kennoissa kuin Ecopot-kennoissa, arveltiin erilaisen turpeen täyttötiiviyden ja turpeen nopeamman kuivumisen kasvatuksen aikana voivan aiheuttaa neulasten kellastumista. Taimiturpeen vuosien saatossa alennetun kalkituksen ajateltiin joissakin olosuhteissa voivan johtaa alentuneeseen kalsiumin ja magnesiumin saantiin ja tyypillisiin magnesiumin puutosoireisiin. Kuusen kasvatuksessa käytettävä varjostus vähentää luonnollisesti taimien haihduntaa, mikä puolestaan voi vaikuttaa eräiden taimien haihduntavirran mukana kulkeutuvien ravinteiden, erityisesti kalsiumin ja magnesiumin ottoon.

Kokeiden tavoitteena oli ensisijassa löytää syy kuusen taimissa ilmenneeseen neulasten keltakärkisyyteen ja toisena tavoitteena oli saada lisätietoa monilla tarhoilla entisten paakkutyypin korvanneen kovamuovisten paakkutyypin kasvatukseen. Kokeis-

sa selvitettiin neljän kasvatustekijän i) turpeen täyttötiiviuden, ii) turpeen kalkituksen, iii) taimien kastelun sekä iv) varjostuksen vaikutusta ensimmäisen kesän kuusen paakkutaimien kehittymiseen.

Neulasten keltakärkisyyttä ei toteutetuissa kokeissa niin kuin ei myöskään samoissa muovihuoneissa tuotetussa kaupallisessa-kaan kuusitaimituotannossa esiintynyt tutkimusvuonna. Kokeiden tulokset esitetään taimien rakenne- ja ravinnetunnusten osalta.

Koejärjestelyt

Taimimateriaali

Kovamuoviset PL-81F kennot (85 cm³, 549 kpl/m²) täytettiin koneella (Lännen FL2 vm. -88) Kekkilän metsätaimiturpeella (M6W). Täytetyt arkit kylvettiin stratifioidulla kuusen siemenellä (T03-98-0149, SV177) yksisiemen kylvönä Sator-6 kylvökoneella. Kylvön jälkeen arkit peitettiin hiekalla ja vietiin Suonenjoen tutkimustaimitarhan lämmitettävään, varjostusverkolla varustettuun (30 %:n varjostus) muovihuoneeseen, jossa kastelu aloitettiin 25.4.-5.5.2000 heti siirron jälkeen. Lannoitus ja kastelu toteutettiin koko huoneessa samalla ohjelmalla. Kaikki huoneen arkit olivat kohotuspalkkien päällä (10 cm:n korkeudella). Taimia lannoitettiin Taimi Superex lannoitteella (Kekkilä Oyj) viisi kertaa yhteensä 30 g/m². Johtokyky turpeessa vaihteli 2,0 – 0,5 mS/cm laskien syksyä kohti. Taimille kertyi muovihuoneessa kasvukauden aikana kylvön jälkeen lämpösummaa 1855 d.d. Muovihuoneen lämpötilat ovat taulukossa 1.

Täyttötiiviyskoe

Normaalin täyttötiiviuden (konetäyttö) lisäksi paakkukennostoja täytettiin normaalia löysemmin ja normaalia tiiviimmin (taulukko 2). Täytön jälkeen arkit (4 kpl/käsittely) punnittiin 20 g tarkkuudella. Turpeen kosteus mitattuna ennen täyttöä kolmesta 50-100 g näytteestä 2 vrk:n +70 °C:ssa kuivatuksen jälkeen oli 64,4 %.

Kylvön jälkeen arkit sijoitettiin neljään satunnaisesti arvottuun lohkoon (1 taimiarkki/käsittely/lohko) kaupalliseen tuotantoon kasvatettavien taimiarkkien joukkoon muovihuoneeseen.

Taulukko 1. Vuorokauden keskilämpötilojen sekä minimi- ja maksimilämpötilojen kuukausittaiset keskiarvot muovihuoneessa (täyttötiivyskoe, kalkituskoe ja kastelukoe).

Lämpötila, °C	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
keskiarvo	19,7	19,8	19,6	16,3	11,7
minimi	13,2	15,9	14,9	12,3	7,8
maksimi	25,9	25,1	24,7	21,1	17,4

Taulukko 2. Säkkikuivan (64 % kosteus) sekä kuivan turpeen painot (4 arkin keskiarvo) täyttötiivyskäsittelyittäin.

Paakkujen tiivys käsittelyt	Säkkikuiva turve g/arkki	Säkkikuiva turve g/cm ³	Kuiva turve g/cm ³
1. Löysä	1245 (1180-1280)	0,180	0,064
2. Normaali	1515 (1500-1520)	0,220	0,078
3. Tiivis	2000 (1960-2040)	0,290	0,103

Kalkituskoe

Koekäsittelyt olivat:

1. Vertailu, vain Kekkilän Metsätaimiturve (kalkitus 2 kg/m³/magnesiumpitoista kalkkikivijauhetta, Mg vähintään 5 %) (M)
2. Siementen kylvön jälkeen Metsätaimiturpeen pinnalle levitettiin Kekkilän puutarhakalkkia (kalsium 33 %, magnesium 2%) 138 g/m² (20 g/arkki) (M+20)
3. Kuten kohta 2, mutta annos 276 g/m² (40 g/arkki) (M+40)
Puutarhakalkin levityksen jälkeen arkit peitettiin hiekalla koneellisesti ja sijoitettiin muovihuoneeseen muiden taimiarkkien joukkoon satunnaistetun lohkokokeen muotoon (3 käsittelyä (á 1 taimiarkki) x 4 lohkoa).

Kastelukoe

Kokeessa selvitettiin, miten lisäkastelu muovihuoneessa vaikuttaa kuusen taimien kasvuun verrattuna normaaliin taimitarhalla annettuun kasteluun. Kokeessa oli kolme kastelutasoa:

1. Normaali koko muovihuonealalle annettu ramppikastelu (N)
2. N+lisäkastelu kastelukannulla, 0,5 litraa/arkki (n. 3 mm) kaksi kertaa viikossa. (N+6)
3. N+lisäkastelu kastelukannulla 1,0 litra/arkki (n. 6 mm) kaksi kertaa viikossa (N+12)

Muovihuoneessa kasvatettujen kaupallisten taimien arkkien (3 kpl) viikoittaisten punnitusten mukaan turpeen vesipitoisuus vaihteli kesä-elokuussa normaalisti kastelluissa arkeissa (käsittely 1) 30-46 % (til.) nouston syyskuun alussa 58 %:iin. Jokaista kastelu-

käsittelyä edusti 4 taimiarkkia, jotka järjestettiin satunnaistetun lohkokokeen muotoon (3 kastelutasoa x 4 lohkoa). Itämisaikana kaikkia arkkeja kasteltiin samalla tavalla ramppinkasteluna. Lisäkastelut aloitettiin 25.5., kun siemenkuori alkoi irrota sirkkataimen päästä ja käsittelyihin eriytettyä kastelua jatkettiin elokuun puoliväliin saakka.

Varjostuskoe

Koe toteutettiin edellisiin kokeisiin verrattuna samanlaisessa mutta varjostamattomassa huoneessa. Poikkeuksena edellisiin kokeisiin verrattuna oli myös se, että kasvualustana oli Vapon lannoitettu ja kalkittu metsätaimiturve (Vapo E). Lämpösummaa taimille kertyi kokeen aikana kylvön jälkeen 1790 d.d.

Varjostus toteutettiin kahden 50 cm korkean ja 130 cm x 150 cm:n kokoisien puukehikon varassa olevan verkon alla. Verkon liepeet roikkuivat n. 20 cm häkin reunojen yli. Taimet siirrettiin verkon alle 18.5.2000 kaksi viikkoa kylvöstä. Kummankin varjostushäkin alle sijoitettiin 4 arkkia ja lisäksi kummankin häkin viereen sijoitettiin 4 arkkia vertailutaimia niin, että häkkien varjo ei langennut niiden päälle. Kaikki taimiarkit olivat 10 cm korkeiden kohotuspalkkien päällä. Kastelun ja lannoituksen ajaksi verkko rullattiin pois taimien päältä. Varjostetuilla taimilla ja vertailutaimilla oli samanlainen lannoitus- ja kasteluohjelma.

Varjostusverkon ja muovin fotosynteettisesti aktiivisen säteilyn (PAR) läpäisevyys mitattiin verkon alta taimien latvojen kohdalta ja verkon päältä Li-Cor mittarilla kirkkaalla säällä 24.7. klo 10, jolloin säteily oli muovihuoneen ulkopuolella $1250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (n. 68 klx). Muovihuoneen kaksinkertainen, kahdeksan vuotta vanha muovi ja varjostusverkko vähensivät säteilyä yhteensä 62 %, josta varjostusverkon osuus oli puolet. Tässä kokeessa varjostus vähensi taimien saamaa säteilyä enemmän, kuin viereisessä samanlaisessa muovihuoneessa (50 %), jossa samanlainen verkko on kiinnitetty ylös muovihuoneen kaarien alle. Vertailuksi Firthin (1992) mukaan yksinkertainen uusi muovi vähentää säteilystä 9-13 % ja kun muovi vanhenee ja likaantuu läpäisevyys heikkenee 5-12 % lisää.

Seuraavana keväänä istutettiin taimitarhapellolle varjostuksessa ja ilman varjostusta kasvatettuja taimia 110 tainta/käsittely viitenä 22 taimen toistona, yhteensä 220 tainta.

Taimien mittaaminen

Syksyllä kasvukauden päätyttyä kaikkien kokeiden jokaisesta koe-arkista arvottiin 15 näytetainta (varjostuskokeesta kuitenkin vain 10 näytetainta) tarkempaa mittausta varten. Taimista mitattiin ver-

Taulukko 3. Paakkujen täyttötiiviyden vaikutus yksivuotiaiden kuusentaimien rakenteeseen ja juuriversosuhteeseen ja neulasten ravinnepitoisuuteen¹. *P*-arvot kuvaavat varianssianalyysillä laskettua keskiarvojen eroamistodennäköisyyttä ja eri kirjaimet keskiarvojen perässä osoittavat niiden poikkeavan tilastollisesti toisistaan.

Paakkujen täyttötiiviyys	Pituus mm	Läpimitta mm	Juuri/verso	N %	P g/kg	K g/kg
1. Löysä	128a	1,58a	0,41a	1,93a	2,7	9,9
2. Normaali	142b	1,76b	0,41a	1,99a	2,9	9,4
3. Tiivis	156b	1,89b	0,35b	2,29b	3,1	10,6
<i>P</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,107	0,389

¹Muut ravinnepitoisuudet (koko aineiston keskiarvoina), joissa ei käsittelyjen välillä tilastollisia eroja: Ca 5,5 g/kg; Mg 1,44 g/kg, Cu 5,4 mg/kg, Zn 55 mg/kg, B 32 mg/kg, Fe 115 mg/kg

son pituus ja läpimitta sekä neulasten, rangan ja juurten kuivapainot 2 vrk:n +65 °C:ssa kuivatuksen jälkeen. Lisäksi mittauksen yhteydessä tarkasteltiin neulasten väriä (tumman vai kellertävän vihreä) ja taimien mutkaisuutta. Neulasista määriteltiin myös ravinnepitoisuudet (ei kastelukokeesta).

Laskenta

Kokeet toteutettiin lohkoittain arvottuina kokeina sekä kasvatusettä istutuskokeissa (vain varjostuskokeen taimet istutettiin). Aineisto analysoitiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä tai t-testillä (varjostuskoe) ja varianssianalyysin osoittaessa käsittelyjen välillä merkitseviä eroja, paikallistettiin erot Tukeyn testillä.

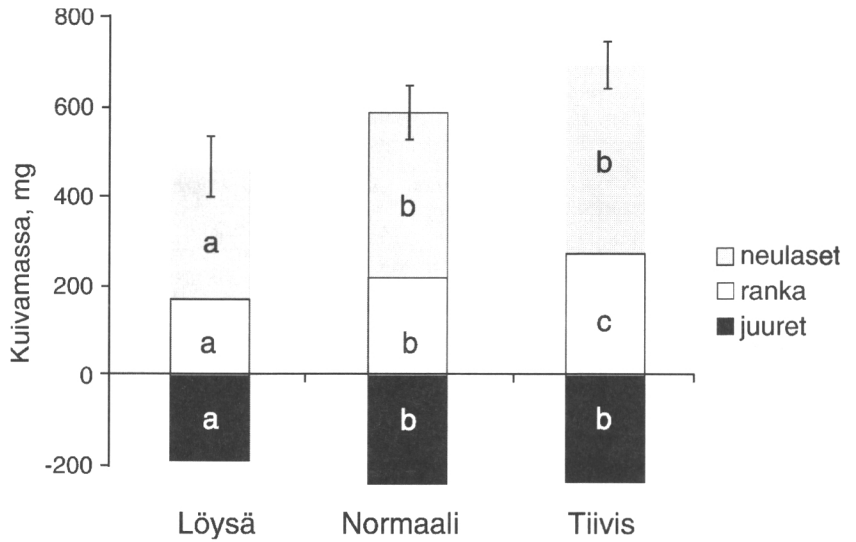
Tulokset ja tarkastelu

Täyttötiiviyys

Taimet kasvoivat löysästi täytetyissä paakuissa merkitsevästi pienemmiksi kuin normaalisti tai tiiviisti täytetyissä paakuissa (taulukko 3). Normaalisti ja tiiviisti täytetyissä erot eivät olleet merkitseviä. Kuitenkin tasaisin materiaali kasvatettiin normaalisti täytetyissä paakuissa, joissa pituuden variaatiokerroin ($100 \cdot \text{pituus} / \text{keskihajonta}$) oli pienin (16 %) ja suurin se oli löysässä täytetyssä (22 %).

Myös taimien kuivapaino kasvoi täyttötiiviyden lisääntyessä. Erityisesti taimien versot kasvoivat parhaiten tiiviissä ($0,10 \text{ g/cm}^3$) turpeessa (kuva 1). Kuitenkin juuriverso-suhde oli pienempi tiiveimmässä täytetyssä. Vaikuttiko tiivis paaku hidastavasti juurten kasvuun? Jos paakun tiiviyys olisi alkanut rajoittaa juuriston kas-

Kuva 1. Turpeen täyttötiivyyden vaikutus yksivuotiaiden kuusen paakkutaimien kuivamassaan. Pystyjanat kuvaavat taimien kokonaiskuivamassan toistokeskiarvojen keskivirhettä. Käsittelyjen välisten taimiositteiden painojen keskiarvoerojen merkitsevyys on kuvattu eri kirjaimilla.



vua, se olisi pitänyt näkyä myös verson kasvussa (Hocking ja Mitchel 1975, Mitchel ym. 1972). Kun turve turposi kastelun jälkeen, nousi arkkien keskellä turpeen pinta hieman yli kennon reunojen (n. 5 mm) ja juuret pääsivät kasvamaan paakusta toiseen. Tämä hankaloitti taimien irrottamista kennosta ja saattoi pienentää juurten kuivapainoa. Löysät kennot olivat kaikki selvästi (5-10 mm) ja normaaliarkkien kennotkin hieman vajaita. Löysässä turpeessa taimet saattoivat kärsiä lievistä veden puutteesta. Kun paakkua tiivistetään, veden saatavuus paranee (Bunt 1988). Hockingin ja Mitchelin (1973) mukaan kontortamännyn kasvu on parantunut, kun paakkua on tiivistetty 0,09:stä 0,18 g/cm³:iin.

Täyttötiivyyden kasvaessa neulasten typen, fosforin ja kaliumin pitoisuuden lisääntyivät, mutta tilastollisesti merkitsevästi vain typen osalta. Muiden ravinteiden pitoisuuksiin täyttötiiviydellä ei ollut vaikutusta.

Optimaalinen tiiviyys olisi saattanut olla hieman tämän kokeen normaali täyttöä tiiviimpi, lähempänä Juntusen ja Rikalan (1998) käyttämää tiiviyttä (1798 g/arkki, 0,09 g/cm³). Landiksen ym. (1990) mukaan optimaaliseen paakun tiiviyteen vaikuttaa turpeen laatu, kasvatuskenno ja kastelumenetelmä. Myös turpeen kosteus täytettäessä vaikuttaa tiiviyteen. Toisissa tämän artikkelin kokeissa (kalkitus, kastelu) taimet kasvoivat yhtä hyvin kuin tämän kokeen 'tiiviissä' paakuissa, mikä viittaa siihen, että tässä kokeessa 'normaali' tiiviyys oli löysempi kuin muissa kokeissa.

Kalkituskoee

Kalkkilisäyksillä ei ollut merkitsevää vaikutusta mihinkään taimista mitattuun kokotunnukseen (taulukko 4). Kuitenkin molemmissa

lisäkalkitusta saaneissa käsittelyissä esiintyi 13 % taimista rangan mutkaisuutta tai suikertelevaa kasvutapaa, kun taas vertailukäsittelyssä sitä ei tavattu lainkaan. Kalkkilisäykset lisäsivät lievästi taimien kalsium ja magnesiumpitoisuutta, mutta niissäkään vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ilmeisesti lisätyt puutarhakalkkimäärät olivat liian pieniä tai kalkki liukeni liian hitaasti, eikä ehtinyt pinnalle levitettynä vaikuttaa taimiin yhden kasvukauden aikana. Turpeen pinnalle levitetty kalkki saattoi vaikuttaa sirkkataimien juurtumiseen heikentävästi, minkä seurauksena osa taimista kehittyi mutkaisiksi.

Kastelu

Käsittelyjen normaalikastelun ja 6 mm:n viikoittaisen lisäkastelun välillä ei taimitunnuksissa ollut eroja (taulukko 5). Sen sijaan 12 mm:n viikottainen lisäkastelu vähensi taimien kasvua merkitsevästi. Taimien neulasen olivat silmävaraisesti arvioituna kellertävimpiä voimakkaimmin kastellussa käsittelyssä ilmentäen ilmeisesti huuhtoutumisen aiheuttamaa ravinnepuutosta neulasissa. Neulas-analysejä ei tehty.

Taulukko 4. Kalkituskokeen kuusen ensimmäisen kesän taimien pituus, läpimitta ja kuivapainot koekäsittelyittäin.

Kalkkilisäys	Pituus mm	Läpimitta mm	Neulasten kuivapaino, mg	Rangan kuivapaino, mg	Juuriston kuivapaino, mg	Ca g/kg	Mg g/kg
M	164	1,91	464	304	248	4,6	1,34
M+20	159	1,87	441	292	247	5,1	1,42
M+40	164	1,86	442	289	250	5,6	1,53
P	0,560	0,564	0,362	0,384	0,956	0,063	0,098

Ravinnepitoisuudet (koko aineiston keskiarvoina), joissa ei käsittelyjen välillä tilastollisia eroja: N 2,23 %, P 3,0 g/kg, K 8,5 g/kg, Mn 503 mg/kg, Zn 46 mg/kg, B 30 mg/kg, 6,3 mg/kg.

Taulukko 5. Taimien pituus, läpimitta ja ositteiden kuivapainot kastelukäsittelyittäin. *P*-arvot kuvaavat varianssianalyysillä laskettua keskiarvojen eroamistodennäköisyyttä ja eri kirjaimet keskiarvojen perässä osoittavat niiden poikkeavan tilastollisesti toisistaan.

Käsittely ⁽¹⁾	Pituus mm	Läpimitta mm	Neulasten kuivapaino, mg	Rangan kuivapaino, mg	Juurten kuivapaino, mg	Juuri/verso
N	162	1,83a	432	285a	244	0,34
N+ 6	164	1,83a	467	287a	244	0,32
N+ 12	151	1,68b	406	223b	208	0,33
P	0,165	0,027	0,191	0,013	0,083	0,792

⁽¹⁾ Käsittelyn luku kuvaa lisäkastelun määrää (mm) viikossa.

Varjostus

Varjostetut taimet olivat 7 % vertailutaimia lyhyempiä, mutta ero oli tilastollisesti vain suuntaa-antava (taulukko 6). Sen sijaan varjostus vähensi 12 % taimien läpimittaa ja lähes kolmanneksen taimien kuivapainoa (kuva 2). Nämä erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Taimien juuriverso-suhteeseen ei varjostus vaikuttanut. Varjostus lisäsi odotusten vastaisesti neulasten kalsium- ja magnesiumpitoisuutta, mutta vähensi rautapitoisuutta. Muihin ravinnepitoisuuksiin ei varjostuksella ollut merkitsevää vaikutusta.

Varjostuksen vaikutus rajoittui tässä kokeessa taimien kokoon. Juuriverso-suhde ja taimien ravinnepitoisuus vastakkaisista odotuksista huolimatta eivät muuttuneet varjostuksen vaikutuksesta. Tässä kokeessa käytetyn suuruusluokan varjostus, 30-50 %, on vähentänyt USA:n etelävaltioissa muovihuoneessa kasvavien mäntyjen (*Pinus taeda* ja *P. palustris*) juurten kasvua enemmän kuin verson läpimitan tai pituuden kasvua verrattuna ulkona kasvaneisiin taimiin (Barnett 1989). Nyt käytetyt pienet varjostushäkit eivät vaikuttaneet taimia ympäröivän ilman kosteuteen niin kuin tapahtuisi, jos koko huone olisi varjostettu. Se voi olla yksi tekijä, minkä vuoksi varjostus ei vaikuttanut esim. juuriverso-suhteeseen.

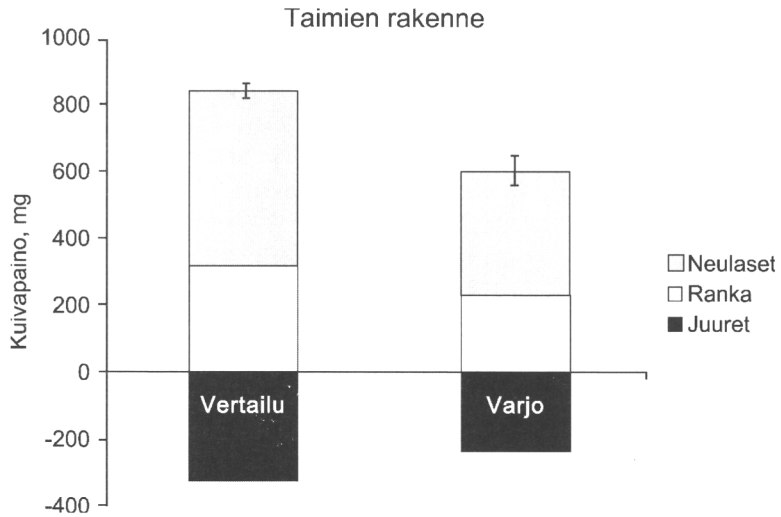
Istutuskokeen taimista kuoli kahden vuoden aikana 10 %. Varjostettujen ja vertailutaimien kuolleisuus oli samansuuruinen. Vaikka varjostetut taimet olivat istutettaessa lyhyempiä (13,8 cm) kuin vertailutaimet (17,4 cm), ei niiden pituuskasvu (13,2 cm) poikennut vertailutaimien kasvusta (13,5 cm) kahden istutuksen jälkeisen vuoden aikana. Niinpä kaksi vuotta istutuksen jälkeen varjostetut taimet olivat edelleen hieman varjostamattomia taimia lyhyempiä.

Taulukko 6. Varjostuksen vaikutus taimien pituuteen läpimittaan ja ravinnepitoisuuksiin⁽¹⁾ niiden ravinteiden osalta, joissa ero oli tilastollisesti merkitsevä.

Käsittely	Pituus mm	Läpimitta mm	Ca g/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg
Vertailu	152	2,06	4,06	102	442
Varjostettu	141	1,83	4,65	57	614
P (t-testi)	0,097	0,002	0,028	0,001	0,000

⁽¹⁾ Muiden analysoitujen ravinteiden pitoisuudet olivat eivät eronneet käsittelyjen välillä tilastollisesti ja olivat keskiarvoina: N 1,67 %, P 2,4 g/kg, K 8,7 g/kg, Mg 1,1 g/kg, B 21 mg/kg, Cu 5,0 mg/kg, Zn 49 mg/kg.

Kuva 2.
Varjostuksen vaikutus taimien kuivamassaan. Pystyjanat kuvaavat toistojen vaihteluväliä.



Johtopäätökset

Neulasten keltäkärkisyyttä ei esiintynyt missään kokeessa eikä myöskään kaupallisessa tuotannossa koevuonna. Näin sen syy jäi edelleen selvittämättä. Eri koekäsittelyjen vaikutukset tiivistetysti olivat seuraavat:

Täyttötiiviyyskokeessa liian löysä täyttö osoittautui taimien kasvua hidastavaksi. Syy voi olla turpeen nopeammassa kuivumisessa ilma-aukoilla varustetuissa kovamuovikennostoissa. Löysä täyttö voi heikentää myös paakun koossa pysymistä. Normaalin ja tiiviin täytön aiheuttamat erot olivat pieniä. Kuitenkin tasaisin materiaali kasvatettiin normaalisti täytetyissä paakuissa. Taimien kokonaiskuivapaino kasvoi täyttötiiviyden lisääntyessä, mutta juuriverso-suhde oli pienempi tiiveimmässä täytössä löysään ja normaalitäyttöön verrattuna. Ilmeisesti tiivis täyttö lisää turpeen turvotessa juurin kasvua reunojen yli kennosta toiseen, ja taimien irrottamisessa juuret katkeavat ja paakun juurimassa pienenee.

Kalkkilisäyksillä ei ollut selvää vaikutusta taimien kehittymiseen lukuun ottamatta taimien rangan mutkaisuutta, jota esiintyi enemmän lisäkalkituissa turpeissa. Syy vähäiseen vaikutukseen oli ilmeisesti puutarhakalkin pieni annostus tai hidas liukeneminen.

Lievä lisäkastelu (6 mm viikossa) ei vaikuttanut taimien kasvuun, mutta 12 mm:n viikoittainen lisäkastelu heikensi taimien kasvua ja aiheutti neulasten kellertymistä ilmeisesti huuhtoutumisen aiheuttamasta ravinnepuutoksesta johtuen. Tulos osoittaa, että turpeen kosteutta kannattaa seurata, jotta vältytään systemaattisilta kasteluvirheiltä.

Varjostus pienensi etenkin taimien tyviläpimittaa ja kuivapainoa, mutta neulasten kalsium- ja magnesiumipitoisuus lisääntyivät. Varjostettuina kasvaneet taimet olivat vertailutaimia hennompia. Istutustulokseen ei varjostuksella kuitenkaan ollut vaikutusta. Varjostusta on käytetty ennen muuta kuusen tasaisemman itämisen vuoksi, missä tarkoituksessa varjostus auttaakin helpottamalla kosteuden kontrollointia. Itämisjakson jälkeen varjostus kuitenkin pitäisi poistaa, sillä jo pelkkä muovi leikkaa säteilystä noin 10-15 % ja kaksinkertainen muovi kasvihuonerakenteineen jopa 35-45 % muovikalvojen paksuudesta ja likaisuudesta riippuen.

Kirjallisuus

- Barnett, J.P. 1989. Shading reduces growth of longleaf and loblolly pine seedlings in containers. *Tree Planters Notes* 40: 23-26.
- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. London Unwin Hyman. 309 s.
- Firth, K. 1992. Shedding light on your crop. *Greenhouse Grower* 10: 58, 60-61.
- Hocking, D. & Mitchell, D.L. 1973. The influence of communication and compression of substratum peat on growth and drought tolerance of lodgepole pine container seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 3: 342-345.
- & Mitchell, D.L. 1975. The Influence of Rooting Volume – Seedling Espacement and Substratum Density on Greenhouse Growth of Lodgepole Pine, White spruce and Douglas Fir Grown in Extruded Peat Cylinders. *Canadian Journal of Forest Research* 5: 440-451.
- Juntunen, M. L. & Rikala, R. 1998. Paakkutaimien kasvatus- ja lannoitusmenetelmät taimitarhoilla – taimitarhatiedustelun tuloksia. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 42-56.
- Landis, T. D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. & Barnett, J.P. 1990. Containers and Growing Media. *The Container Tree Nursery Manual*. Volume two. Forest Service. Agriculture Handbook 674.
- Mitchell, D.L., Hocking, D. & Kay, W.C. 1972. Extruded Peat Cylinders: Their Physical Characteristics as Affecting Tree Seedlings Growth and Greenhouse Drought Tolerance. *Canadian Journal of Forest Research* 2: 479-486.

Kuusen siementen itävyyden muutokset esikäsittelyiden aikana

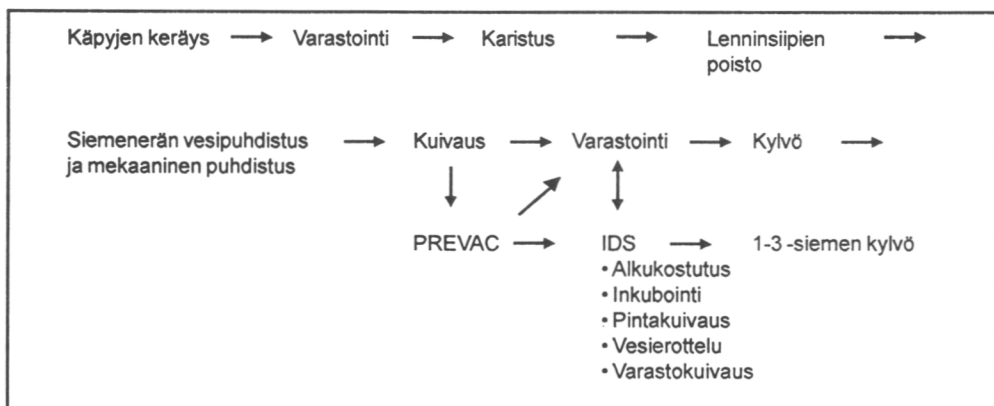
Anu Hilli

Johdanto

Töiden koneellistumisen myötä viljelystä on tullut tärkein menetelmä metsien uudistamisessa (Tervo 1999). Metsänviljelyyn käytettävät paakutaimet tuotetaan nykyisin taimitarhoilla katetuissa tiloissa, joissa kasvatustila pyritään hyödyntämään tehokkaasti. Tavoite saavutetaan parhaiten tasalaatuisella siemenerällä, jonka itävyys on mahdollisimman korkea. Metsikkösiemenen laatu on kuitenkin vaihtelevaa erityisesti pohjoisissa alkuperissä. Pohjoisten siementen itävyyttä ja itämistarmoa alentaa pääosin vajaa tuleentuminen (Heikinheimo 1931, Sarvas 1964, Rynnänen 1982, Kärkkäinen 1992), mutta lisäksi siementen itämistunnuksia voi myös laskea pitkäaikainen varastointi. Varastointi on kuitenkin välttämätöntä harvoin saatavien keräyskelpoisten siemensatojen vuoksi (Asplund ym. 1973). Siemenerien tasalaatuisuutta onkin pyritty parantamaan esikäsittelymenetelmillä.

Siementen käsittelymenetelmiä kehitettiin erityisesti 1980-luvulla, kun taimitarhoilla siirryttiin paakutaimituotantoon katetuissa kasvatustiloissa. Siemenerien itävyyden parantamiseksi kehitettiin PREVAC- (pressure-vacuum) ja IDS-menetelmät (incubation-desiccation-separation), joiden avulla pyritään erottamaan tyhjät ja kuolleet siemenet elävistä siemenistä (Lestander ja Bergsten 1985, Simak ym. 1985, Bergsten 1987, 1988, Lestander 1988). Näitä veteen perustuvia menetelmiä käytetään Suomessakin havupuiden siementen esikäsittelyihin karistuksen ohella, sillä nykyisin taimitarhoilla käytössä olevat kylvö- ja kasvatusmenetelmät ovatkin mahdollisia vain käsitellyillä siemenillä. Monivaiheisen käsittelyketjun avulla siemenerän itävyys pyritään kohottamaan vähintään 95 %:iin, jolloin sitä voidaan käyttää 1-siemen kylvöön (kuva 1).

Esikäsittelyiden vaikutuksia männyn siementen itämistunnuksen muutoksiin on selvitetty 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alkupuolella (Bergsten 1988, Tillman-Sutela 1995, 1996). Siementen vettymis- ja itämisnopeudessa on havaittu eroja eri alkuperien, siemenerien ja yksittäistenkin siementen välillä (Weber ja Sorensen 1990, Tillman-Sutela 1995). Nykyisin männyn siementen itävyy-



Kuva 1. Metsäpuiden siementen käsittelyvaiheet käpyjen keruusta taimitarhakylvöihin.

den vaihtelu onnistutaan tasaamaan hyvin, mutta kuusen siementen käsittely on edelleen ongelmallista. Käsittelyketjun eri vaiheiden vaikutusta kuusen siementen itävyyteen ei tunneta, vaikka inkubointiajan ja -lämpötilan vaikutusta siementen itävyyteen on tutkittu useilla kuusilajeilla (Gosling ja Rigg 1990, Jones ja Gosling 1994, Leinonen ja Rita 1995, Jones ym. 1997, Leinonen ja de Chantal 1998, Gosling ym. 2002).

Esikäsittelyiden epävarman tuloksen vuoksi kuusen siementen käsittely on vähentynyt, vaikka kuusen taimien tuotantomäärät ovat kasvaneet aina 1980-luvulta lähtien. Kuusen siementen käsittelyssä käytetään edelleen männyn siemeniin kehitettyjä menetelmiä, vaikka näiden lajien siemenet poikkeavat toisistaan sekä rakenteeltaan että vetykäyttötymiseltään (Tillman-Sutela ja Kauppi 1995a, 1995b). Tämän työn tarkoitus oli selvittää veteen perustuvien esikäsittelymenetelmien aiheuttamia muutoksia kuusen siementen itämistunnuksiin ja muutosten rakenteellista taustaa käpyjen keruusta IDS-käsiteltyjen siementen varastointiin saakka sekä lisäksi lyhytaikaisen varastoinnin vaikutusta esikäsiteltyjen siementen itävyyteen.

Aineisto ja menetelmät

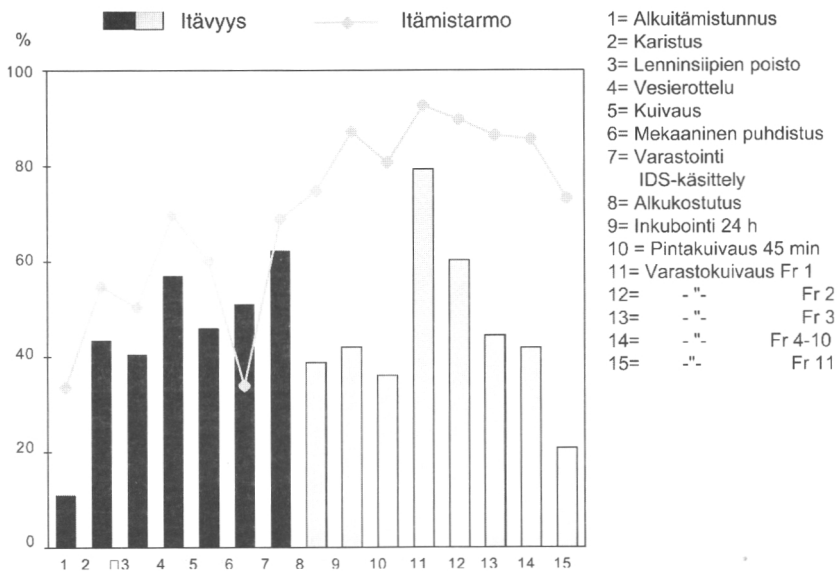
Tutkitut kuusen kävyt (1200 l) kerättiin siemenviljelmältä (sv 176, Metsä-Ihala) helmikuussa 2001. Tuoreesta keräyserästä otettiin alkuidätysnäyte avaamalla 20 käpyä käsin. Käpyerä jaettiin karistusta varten kahteen osaan, joista toisen karistuksessa käytettiin vettä ja toisessa vedenkäyttöä rajoitettiin. Karistuksen jälkeen siemenistä poistettiin lenninsiivet ja siemenerät puhdistettiin vesierottelun ja mekaanisen puhdistuksen avulla. Puhdistettuja sie-

meniä varastoititiin viileä varastossa (-3 °C) kolme kuukautta ennen IDS-käsittelyä.

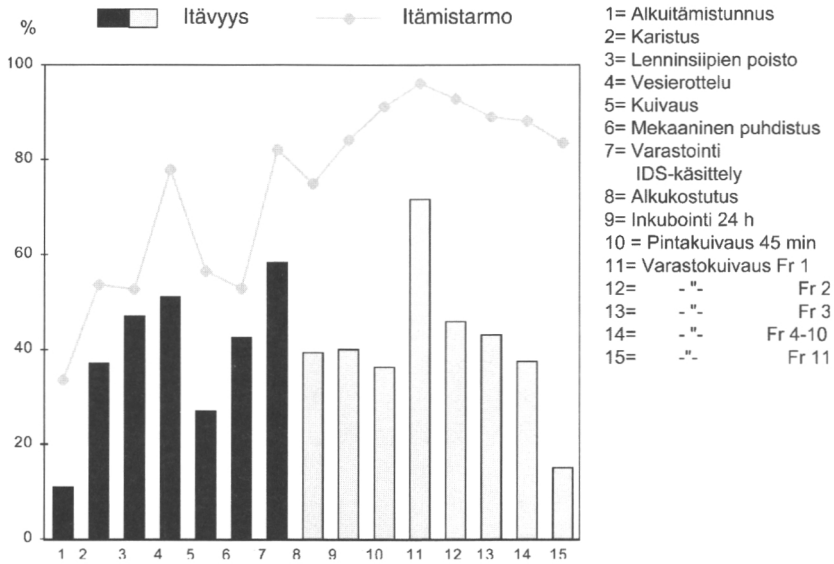
IDS-käsittelyssä noin 30 %:n tuorepainokosteuteen kostutettu ja siemeniä inkuboititiin 5 °C:n lämpötilassa vuorokauden ajan. Inkuboituneet siemenet pintakuivattiin 20 °C ilmastossa, eroteltiin virtaavassa vedessä 11 fraktioon ja kuivattiin 6 %:n varastokosteuteen, jolloin fraktiot 4-10 yhdistettiin siementen vähäisen määrän vuoksi. Siemenet varastoititiin -18 °C:een.

Siementen itävyys ja itämisenopeus tutkittiin ennen esikäsittelyvaiheita ja heti kunkin käsittelyvaiheen sekä vuoden kestäneen varastoinnin jälkeen. Idätyskokeet tehtiin 4 x 100 siemenen näytteillä, jotka idätettiin Jacobsenin idätyspöydällä 21 °C:ssa (±1 °C) jatkuvassa valaistuksessa (ISTA 1985). Itävyysprosentti laskettiin 14 vuorokauden aikana itäneistä siemenistä ja itämistarmo määritettiin 7. vuorokauden mennessä itäneiden siementen osuutena. ISTA:n (1985, 1999) ohjeista poiketen itäneiksi luettiin siemenet, joiden alkeisjuuri oli vähintään siemenkuoren mittainen. Kokeen lopussa laskettiin myös epänormaalisti itäneet ja itämättömät siemenet, jotka luokiteltiin eläviksi ei-itäneiksi, tyhjiksi ja kuolleiksi siemeniksi röntgenkuvauksen ja halkileikkauksen avulla.

Mikroskooppista tarkastelua varten jokaisesta käsittelyvaiheesta otettiin 50 siementä FAA-liuokseen (formaliini: jäätikka: etanoli 10:5:85). Elektronimikroskopioa varten siemenet dehydraaloitiin nousevassa alkoholisarjassa, critical-point kuivattiin, kiinnitettiin



Kuva 2. Vesikaristetun siemeniä itävyys ja itämistarmo käsittelyvaiheiden jälkeen.



Kuva 3. Kuivakaristetun siemenerän itävyys ja itämistarmo käsittelyvaiheiden jälkeen.

SEM-alustalle ja päällystettiin kulta-palladiumseoksella. Esikäsittelyketjun eri vaiheissa tapahtuneita muutoksia siementen pintarakenteissa tarkasteltiin kenttäemissiopyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (FESEM, JMS 6300F).

Esikäsittelyvaiheiden aiheuttamia muutoksia siementen itämistunnuksiin selvitettiin Tukeyn monivertailu -testillä. Lisäksi kahden karistustavan vaikutusta siementen itämistunnuksiin käsittelyketjun eri vaiheissa vertailtiin pareittaisella t-testillä. Pareittaisella t-testillä selvitettiin myös IDS-käsittelyn eri siemenfraktioiden itämistunnusten muutoksia vuoden kestäneen varastoinnin jälkeen. Kaikissa tilastollisissa testeissä käytettiin 5 %:n merkitsevyystasoa.

Tulokset

Talvella kerätyt kävyt avautuivat ilman vettä paremmin kuin vesikaristetut ja siemenet saatiin karistettua kävyistä tarkemmin, joten kuivakaristuksella kävyistä saatiin siemeniä noin 9 % enemmän kuin vesikaristuksella. Karistuksen jälkeen kuivakaristetun siemenerän itävyys oli kuitenkin huonompi kuin vesikaristettujen siementen (kuvat 2-3), sillä tyhjien ja huonokuntoisten siementen osuus kasvoi, kun kävyt aukesivat paremmin. Karistuksen jälkeisellä vesierottelulla huonoja siemeniä saatiin kuitenkin poistettua molemmista siemeneristä ja itämistunnukset kohosivat.

Lenninsiiven poiston, vesierottelun, mekaanisen puhdistuksen ja varastokuivauksen jälkeen kuivakaristetun siemenen itävyys oli 42,5 % ja vesikaristetun 51,0 % eli siemenerien itävyys oli noin 7 % parempi kuin heti karistuksen jälkeen (kuvat 2-3). Siementen kuivaus vesierottelun jälkeen laski siementen itävyyttä yli 20 % kuivakaristetussa erässä, joten tulos oli tilastollisesti merkittävä ($p=0,019$). Myös vesikaristettujen siementen itävyys huonontui yli 10 %.

Siementen itämistarmo oli koneellisen karistuksen jälkeen korkeampi verrattuna käsittelemättömään siemeneseen (kuvat 2-3) ja tulos oli myös tilastollisesti merkitsevä molemmissa erissä ($p=0,000$). Karistuksen jälkeen siementen itämistarmo oli lähes 55 %, jota lenninsiipienpoisto hieman laski. Vesierottelu puolestaan kohotti siementen itämistarmoa, mutta kuivaus ja mekaaninen puhdistus laskivat sitä. Mekaanisen puhdistuksen jälkeen vesikaristetun erän itämistarmo huonontui lähes 30 % kuivauksen jälkeiseen tilanteeseen verrattuna ja tulos oli myös tilastollisesti merkitsevä. Sitä vastoin kuivakaristetun erän itämistarmo laski vain hieman.

Kolmen kuukauden viileävarastoinnin aikana, joka edelsi siementen IDS-käsittelyä, siemenerien itävyys kohosi 11-15 % (kuvat 2-3). Kuivakaristettujen siementen itävyys oli tällöin 58 % ja vesikaristettujen 62 %. Myös siementen itämistarmo parani lyhytaikaisen viileävarastoinnin aikana kummassakin siemenessä: 29 % vesikaristetuissa ja 35 % kuivakaristetuissa siemenissä ja muutos osoittautui tilastollisesti merkitseväksi verrattuna varastointia edeltäneeseen mekaanisen puhdistuksen jälkeiseen itämistarmoon ($p=0,000-0,007$). Itämistarmo olikin lyhyen varastoinnin jälkeen lähes 69 % vesikaristetussa ja 82 % kuivakaristetussa erässä (kuvat 2-3). Lisäksi varastoitujen kuivakaristettujen siementen itämistarmo vahvistui myös tilastollisessa laskennassa paremmaksi kuin vesikaristettujen siementen ($p=0,004$).

IDS-käsittelyn alkukostutuksen jälkeen molempien siemenerien itävyys oli noin 39 % ja itämistarmo 75 % (kuvat 2-3). Itävyys laski alkukostutuksen aikana noin 20 % verrattuna varastokuiviin siemeniin ja muutos oli suurempi vesi- kuin kuivakaristetussa erässä. Vesikaristetuissa siemenissä itävyyden huononeminen oli myös tilastollisesti merkitsevää. Itämistarmo puolestaan parani alkukostutuksen aikana vesikaristetuissa siemenissä ja huononi kuivakaristetuissa, mutta muutokset eivät osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi.

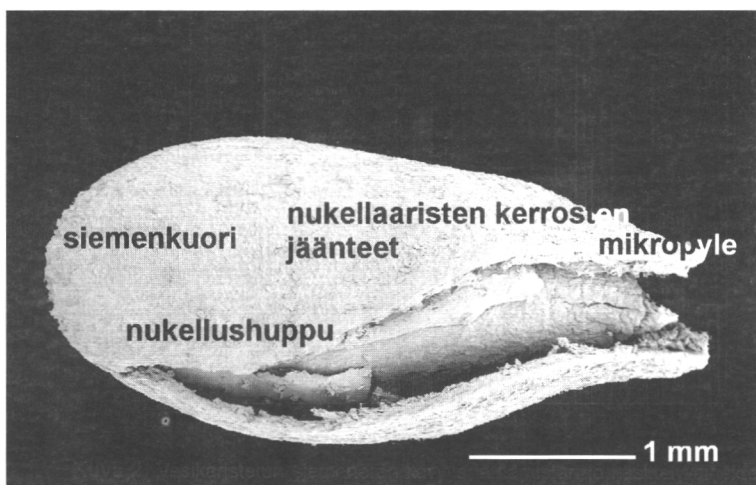
Alkukostutuksen jälkeen seurannut vuorokauden mittainen inkubointi paransi siementen itävyyttä vain 2-3 %, sitä vastoin itämistarmo kohosi selvästi, vesikaristetussa erässä 12 % ja kuivakaristetuissakin siemenissä 9 %. Itävyyden samoin kuin itämistarmonkin muutokset tulivat esiin jo 4 tunnin inkuboinnin jälkeen.

Pintakuivatuksen aikana siementen itävyys kuitenkin laski noin 6 % molemmissa karistuserissä, kun taas itämistarmo huonontui vesikaristetussa, mutta parani kuivakaristetussa siemenissä (kuvat 2-3).

IDS-käsittelyn vesierottelun tulos oli molemmissa karistuserissä menetelmän periaatteiden mukainen: itävyydeltään ja itämistarmoltaan parhaat siemenet erottuivat 1. fraktioon ja huonoimmat 11. fraktioon. Vesierottelun jälkeen siemenet kuivattiin 20 °C:ssa varastokosteuteen, jolloin parhaan fraktion siementen itävyys oli vesikaristetussa erässä 79 % ja kuivakaristetussa 71 % (kuvat 2-3). Itävyys nousi siten enimmillään lähes 30 % molemmissa erissä siementen karistus- ja puhdistusprosessin jälkeiseen tilanteeseen verrattuna. Myös itämistarmoluvut olivat korkeita vesierottelua seuranneen pinta- ja varastokuivauksen jälkeen: vesikaristetussa erässä lähes 93 % ja kuivakaristetussa 96 %. IDS-käsittely kohottikin parhaimman fraktion siementen itämistarmoa 24 % vesikaristetussa ja 14 % kuivakaristetussa erässä verrattuna käsiteltyä edeltäneeseen tilanteeseen.

Siemenkuoren avautumista käsittelyjen aikana tutkittiin pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (FESEM). Mikroskooppinäytteitä valmistettaessa havaittiin, että jopa 70 % eri käsittelyvaiheiden siemenistä oli avautunut niin vesi- kuin kuivakaristetussakin erässä. Siemenkuori oli usein avautunut liitoskohtaa pitkin lähes nukellushupun reunaan saakka (kuva 4). Nukellushuppu näytti kuitenkin olevan ehyt ja reunastaan kiinni siemenkuoressa. Sitä vastoin siemenkuoren sisäpuolinen nukelluskerros oli auenneissa siemenissä tavallisesti sienten saastuttama, jopa sienten hajottamaa ja se pursusi siemenkuoren aukeaman reunoista. Myös kuoren uloimman kerroksen, sarkotestan pinnalla oli usein vaillinaissienten kuromaitiöitä.

Kuva 4.
Siemenkuorestaan pitkälle auennut kuusen siemen, jonka nukellushuppu on säilynyt ehyenä.
Kuva: Eila Tillman-Sutela.



Taulukko 1. Vesi- ja kuivakaristetun siemenerän itävyys ja itämistarmo vuoden kestäneen varastoinnin jälkeen.

Fraktio		1	2	3	4-10	11
Vesikaristus	itävyys, %	84,8	65,0	44,8	41,8	15,3
	itämistarmo, %	80,5	79,4	78,1	74,8	57,7
Kuivakaristus	itävyys, %	77,5	50,3	43,3	36,8	13,5
	itämistarmo, %	88,5	83,0	80,6	72,0	72,6

Varastointi

Vuoden pakkasvarastoinnin (-18 °C) jälkeen esikäsiteltyjen vesikaristettujen parhaimman fraktion siementen itävyys oli 85 % ja kuivakaristettujen 78 %, joten siementen itävyys kohosi varastoinnin aikana noin 5 % (taulukko 1.). Myös muissa fraktioissa siementen itävyydet joko hieman kohosivat tai säilyivät lähes ennallaan, joten muutokset siemenerien itävyydessä eivät osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi. Sitä vastoin itämistarmo laski kuivakaristetussa erässä keskimäärin 10 % ja vesikaristetuissa siemenissä 11 % ja nämä muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä ($p = 0,006-0,028$). Varastoinnin jälkeen parhaimman käyttösiemenfraktion itämistarmo oli vesikaristetussa erässä 81 % ja kuivakaristetuissa siemenissä 89 %.

Tulosten tarkastelu

Luonnossa havupuiden käpysuomut avautuvat menettäessään kosteuttaan, jolloin kutistuminen käpysuomun yläpinnalla on voimakkaampaa kuin alapinnalla (Harlow ym. 1964), joten nyt saatu tulos talvikerättyjen käpyjen nopeasta avautumisesta ilman vettä vastasi käpyjen luonnollista aukeamisprosessia. Karistuksessa käytetyllä vesimäärällä ei tässä aineistossa ollut juuri vaikutusta siementen itämistunnuksiin ja erot eri käsittelyvaiheiden itävyydessä ja itämistarmossa olivat pieniä. Syynä erojen pienuuteen saattoi olla se, että karistusuunien rakenteen vuoksi vesihöyryä tunkeutui myös kuivakaristuslinjalle ja useassa käsittelyvaiheessa käytettiin vettä.

Syynä itämistunnuksen alenemiseen karistuksen jälkeisissä puhdistusvaiheissa saattoi olla käsittelyketjussa käytetyn ilmavirran 30 °C:n lämpötila. Kuusen siementen itävyydenhän on todettu laskevan nopeasti, jos lämpötila ylittää 25 °C (Bergsten 1987, Leinonen ym. 1993). Syynä voi olla myös siemenkuoren aukeaminen ja niin ollen kuivumiselta suojaavan rakenteen osittainen puuttuminen. Mikroskopiolla siemenkuoren havaittiin aukeavan

jo karistusvaiheessa ja auenneita siemeniä oli molemmissa karistuserissä. Siemenkuoren nopea ja yleinen aukeaminen selittyy osittain vuoden 2000 runsailla sienituhoilla, joiden seurauksena siementen vettymistä rajoittavat rakenteet (Tillman-Sutela ja Kauppi 1995a, 1995b), erityisesti nukelluskerros ja siemenkuoren uloin kerros, olivat vaurioituneet tai jopa hajonneet (Tillman-Sutela ym. 2003).

Puhdistettujen siemenerien itämistunnukset kuitenkin kohosivat kolme kuukautta kestäneen viileävarastoinnin kuluessa. Myös aikaisemmissa tutkimuksissa kuusen siementen itämistunnusten on todettu kohoavan lyhyen viileävarastoinnin aikana, jolloin se on tulkittu siemenlevon purkautumiseksi (Sarvas 1974, Nygren 1987, Jones ja Gosling 1994, Leinonen ja Rita 1995). Itävyyden kohoaminen viileävarastossa vastaakin talven aikana luonnossa tapahtuvia itävyyden muutoksia. Myös käpyjen keräysajankohdalla on havaittu olevan vaikutusta siementen varastosäilyvyyteen, (Huss 1951, Barnett ja Mclemore 1970), koska siementen täytyy saavuttaa tietty kypsyys, jotta ne säilyvät varastossa (Edwards 1980). Nyt tutkitun aineiston mikroskooppisessa tarkastelussa ei havaittu rakenteeltaan epäkypsiä siemeniä.

Kolmen kuukauden varastoinnin jälkeen siemenet IDS-käsiteltiin. Alkukostutettujen siementen vuorokauden mittainen inkubointi paransi siementen itävyyttä ja muutos havaittiin jo 4 t inkuboinnin jälkeen. Aiemmistä tuloksista poikkeava siementen nopea vettyminen ja itävyyden muutos selittyy pääosin vettymistä rajoittavien kerrosten sienivaurioilla. Pintakuivatettujen siementen IDS-erottelutulos vastasi kuitenkin hyvin menetelmän periaatteita: itämistunnuksiltaan parhaimmat siemenet erottuivat 1. ja huonoimmat 11. fraktioon. Vaikka parhaan fraktion itämistunnukset olivat lähes 30 % paremmat kuin siemenerän itämistunnukset ennen IDS-käsittelyä, 1-siemenkylvöön vaadittavaa itävyyttä ei tässä sienten vaurioittamassa erässä saavutettu.

IDS-käsiteltyjen siementen itävyys säilyi vuoden lähes muuttumattomana $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$:n varastolämpötilassa. Sitä vastoin itämistarmo laski varastoinnin aikana noin 10 %. Tulos vastasi aiempia männyn siementen pakkasvarastoinnista saatuja tuloksia, joiden mukaan itämistarmo huononee voimakkaammin kuin itävyys varastoinnin aikana (Tillman-Sutela 1995, 1996, Hilli ym. 2003). Siemenet varastoitiin pakkasvarastossa, jossa elintoiminnot ovat hitaita (Mayer ja Poljakoff-Mayber 1963, Bradbeer 1992, Bewley ja Black 1994) ja siten itämistunnusten säilyminen parhaita (Huss 1967, Kamra 1967, Barnett ja Vozzo 1985). Lisäksi ehyenä säilynyt vettä läpäisemätön nukellushappu näyttää suojanneen vararavintosolukkoa ja alkiota kuivumiselta ja hapettumiselta siemenkuoren aukeamisesta huolimatta käsittelyiden ja vuoden kestäneen varastoinnin ajan.

Kiitokset

Forelia Oy:n henkilökunnalle yhteistyöstä ja Metsämiesten säätiölle tutkimushankkeen rahoituksesta.

Kirjallisuus

- Asplund, K., Lähde, E. & Numminen, E. 1973. Vajaasti kypsyyneen männyn siementen kehitys käpyjen varastoinnin aikana. *Folia Forestalia* 185: 12 s.
- Barnet, F. & Mclemore, B.F. 1970. Storing southern pine seeds. *Journal of Forestry* 68: 24-27.
- Barnett, J.P. & Vozzo, J.A. 1985. Viability and vigor of slash and shortleaf pine seeds after 50 years storage. *Forest Science* 31: 316-320.
- Bergsten, U. 1987. Incubation of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* L. (Karst.) seeds at controlled moisture content as an invigoration step in the IDS method. 98 s. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Silviculture, Umeå.
- 1988. Invigoration and IDS-sedimentation of *Pinus sylvestris* seeds from northern Finland. *Silva Fennica* 22 (4): 323-327.
- Bewley, J. D. & Black, B. 1994. *Seeds. Physiology of Development and Germination*. 2. painos. Plenum Press, New York. 445 s.
- Bradbeer, J.W. 1992. *Seed Dormancy and Germination*. 2. painos. Blackie and Son Ltd, London. 146 s.
- Edwards, D.G. 1980. Maturity and quality of tree seeds. *Seed Science and Technology* 8: 625-657.
- Gosling, P.G. & Rigg, P. 1990. The effect of moisture content and prechill duration on the efficiency of dormancy breakage in Sitka Spruce (*Picea sitchensis*) seed. *Seed Science and Technology* 18: 337-343.
- , Samuel, Y. & Peace, A. 2002. Optimum moisture content and prechill duration for dormancy breakage of Douglas fir seeds (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* [Mirb.] Franco). Julkaisussa: Programme & book of proceedings of the Annual Meeting of IUFRO 2.09.00: Tree seeds 2002, 11-15 Sep. 2002, Chania, p.85.

- Harlow, W.M., Côté, Jr. & Day, A.C. 1964. Opening mechanism of Pine cone scales. *Journal of Forestry* 62: 538-540.
- Hilli, A., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2003. Germination of pretreated Scots pine seeds after long-term storage. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 47-53.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia No 22. SKS, Helsinki.
- Huss, E. 1951. Om grobarnhetens förändringar vid lagring av kott och frö. *Skogen* 38: 151-154.
- 1967. Om långtidsförvaring av barrskogsfrö. *Studia Forestalia Suecica* 46. 59 s.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing 1985. *Seed Science and Technology* 18: 300-520.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1999. International rules for seed testing 1999. *Seed Science and Technology* 27: 337-343.
- Jones, S.K. & Gosling, P.G. 1994. "Target moisture content" prechill overcomes the dormancy of temperate conifer seeds. *New Forests* 8: 309-321.
- , Gosling, P.G. & Ellis, R.H. 1997. Dormancy in Sitka spruce seeds. *Julkaisussa: Basic and Applied Aspects of Seed Biology. Proceedings of the Fifth International Workshop of Seeds, 10-15 Dec. 1995, Reading, UK. Edited by R.H. Ellis, M. Black, A.J. Murdoch, and T.D.J. Hong. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands. pp. 235-244.*
- Kamra, S.K. 1967. Studies on storage of mechanically damaged seed of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). *Studia Forestalia Suecica* 42. 15 s.
- Kärkkäinen, K. 1992. Männyn kukinta ja siementuotanto metsänrajalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 13-18.
- Leinonen, K. & Rita, H. 1995. Interaction of prechilling, temperature, osmotic stress, and light in *Picea abies* seed germination. *Silva Fennica* 29 (2): 95-106.
- & de Chantal, M. 1998. Regulation of *Picea abies* seed dormancy by red and far-red light at various moisture contents. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13 (1): 43-49.
- , Nygren, M. & Rita, H. 1993. Temperature control of germination in the seeds of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8 (1): 107-117.
- Lestander, T. 1988. Utveckling av utrustning för att avlägsna dött respektive skadat frö samt höja fröets groningenstighet. *Sävar. Institutet för skogsförbättring. Internrapport* 198.
- & Bergsten, U. 1985. PREVAC - en metod för att avlägsna mekaniskt skadat frö. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift* 1: 35-42.

- Mayer, A.M. & Poljakoff-Mayber, M. 1963. The Germination of Seeds. Pergamon Press Ltd, Oxford. 236 s.
- Nygren, M. 1987. Germination characteristics of autumn collected *Pinus sylvestris* seeds. *Acta Forestalia Fennica* 201. 42 s.
- Ryynänen, M. 1982. Individual variation in seed maturation in marginal populations of Scots pine. *Silva Fennica* 16 (2): 185-187.
- Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY, Porvoo. 518 s.
- 1974. Investigations on the annual cycle of development of forest trees II. Autumn dormancy and winter dormancy. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84: 1-101.
- Simak, M., Lönneborg, A. & Bergsten, U. 1985. Bortsortering av ej produktivt frö ur ett parti. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift* 1: 45-55.
- Tervo, L. 1999. Taimituotannon ja metsänuudistamisen tekniikka. *Metsäteknologia muuttuvassa metsätaloudessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 720: 76-84.
- Tillman-Sutela, E. 1995. Provenance and season as factors regulating the outcome of the IDS treatment of pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. *Acta Universitatis Ouluensis A* 266: 1-15.
- 1996. Effect of incubation temperature on the variation of imbibition in northern pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. *Seed Science and Technology* 25: 101-113.
- & Kauppi, A. 1995a. The morphological background to imbibition in seeds of *Pinus sylvestris* L. of different provenances. *Trees* 9: 123-133.
- & Kauppi, A. 1995b. The significance of structure for imbibition in seeds of the Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. *Trees* 9: 269-278.
- , Kauppi, A., Hilli, A. & Kaitera, J. 2003. Fungal injury to seed tissues of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. *Trees*, in press.
- Weber, J. & Sorensen, F. 1990. Effects of stratification and temperature on seed germination speed and uniformity in Central Oregon Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa* Dougl. Ex laws.). *USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-RP-429*.

Kuusen tyvilahon leviämiskriisi ja kantojen noston merkitys taudin torjunnassa

Tuula Piri

Tyvilaho on sienitauti, jossa lahottajasieni tunkeutuu elävään puuhun juuriyhteyksien tai vaurioiden kautta. Tyvilahoa voivat aiheuttaa useat eri sienilajit, mutta vain muutaman lahottajan aiheuttamat tuhot ovat metsätaloudellisesti merkittäviä. Ylivoimaisesti yleisin ja vahingollisin lahottajasieni Etelä-Suomen kuusikoissa on juurikäpää (*Heterobasidion annosum* coll.). Juurikäpälahon osuus tyvilahon kokonaismäärästä on n. 80 %. Suomessa esiintyvistä kahdesta juurikäpälajista kuusenjuurikäpää (*Heterobasidion parviporum*) on nimensä mukaisesti kuusen lahottaja eikä lehtikuusta lukuun ottamatta aiheuta tyvilahoa muilla puulajeilla. Toinen juurikäpälaji, moni-isäntäinen männynjuurikäpää (*H. annosum* sensu stricto), on männyn tyvitervastaudin aiheuttaja, mutta lahottaa männyn lisäksi myös useita muita puulajeja – sekä havuettä lehtipuita. Kasvupaikoilla, joilla on esiintynyt männyn tyvitervastautia, voi männynjuurikäpää olla vallitseva kuusen tyvilahon aiheuttaja. Kuusen juurikäpälahosta keskimäärin 10 % on männynjuurikäävän aiheuttamaa.

Juurikäävän jälkeen toiseksi yleisin kuusen lahottaja on mesisieni (*Armillaria* spp.). Toisin kuin juurikäpälaho mesisienilaho ei nouse korkealle runkoon ja mesisienen taloudellinen merkitys on huomattavasti pienempi kuin juurikäävän. Kuusen juurija runkovaurioista saa yleensä alkunsa verinahakan (*Stereum sanguinolentum*) aiheuttama laho. Verinahakkalaho voi levitä useita metrejä vaurioituneessa puussa, mutta – toisin kuin juurikäpälaho – se ei etene juuriyhteyksiä pitkin vaurioituneesta puusta terveisiin puihin. Myös juurikäpää voi tarttua kuuseen hakkuuvaurioiden kautta, mutta on vauriolahottajana huomattavasti verinahakkaa harvinaisempi (Hallaksela 1984).

Juurikäpää leviää tehokkaasti talousmetsissä

Juurikäpää tartuttaa terveitä metsiköitä ilmalevintäisten itiöiden avulla. Erityisen otollisia kohteita itiötartunnalle ovat tuoreet kantojen kaatopinnat. Kaatopinnalta sienirihmasto etenee kannon juuristoon ja edelleen juuriyhteyksiä pitkin kannon lähellä kasvaviin

terveisiin puihin. Juurikäävän monivuotiset itiömät eli käävät kehittyvät vanhojen, lahojen kantojen onkaloihin sekä lahojen, tuulen kaatamien kuusten juurakoihin. Myös maahan jätetyt lahot tyveykset tarjoavat otolliset olosuhteet kääpien kehittymiselle. Käävät tuottavat satoja tuhansia itiöitä tunnissa. Valtaosa itiöistä jää alle 100 metrin säteelle käävästä ja itiöt lisäävät etenkin lähi-alueen puuston tartuntariskiä. Osa itiöistä kulkeutuu ilmavirtausten mukana jopa satojen kilometrien päähän mahdollistaen juurikäävän leviämisen myös uusille alueille. Itiöiden muodostuminen alkaa keväällä parin viikon kuluttua ilman lämpötilan noustua pysyvästi nollan yläpuolelle ja jatkuu syksyllä aina ensimmäisiin pakkasiin (Kallio 1970).

Kun juurikääpä on päässyt iskeytymään elävän kuusen sydänpuuhun, laho etenee nopeasti, n. 20 cm vuodessa. Kuusen rungossa laho voi nousta jopa 10–12 metrin korkeuteen. Pahimmillaan tyvilaho vähentää tukkipuun saantoa päätehakkuuleimikossa lähes 40 % (Tamminen 1985). Lisäksi juurikäävän lahottamien puiden kannot ovat merkittäviä seuraavan puusukupolven tartuntalähteitä. Kaadon jälkeen juurikääpä säilyy kuusen kannoissa tartuntakykyisenä useita vuosikymmeniä; suurimmissa päätehakkuukannoissa jopa 40–50 vuotta. Kannosta juurikääpä leviää pääasiassa juurikosketusten kautta seuraavan puusukupolven taimikkoon (Stenlid 1987, Piri 1996). Tähän mennessä suurin Suomessa tavattu juurikääpäklooni (tarkoittaa yhden ja saman juurikääpäyksilön kasvullisesti rihmastona infektoimia puita) käsitti yhteensä 46 kuusta, joista 13 oli edellisen puusukupolven ylispuita ja 33 seuraavan puusukupolven luontaisesti syntyneitä alikasvoskuusia (Piri ja Korhonen 2001).

Koivusukupolvi poistaa taudin kasvupaikalta

Tyvilahon leviäminen seuraavaan puusukupolveen voidaan estää uudistamalla laho kuusikko lehtipuulle tai männylle. Koivu on normaalisti erittäin kestävä kuusenjuurikäävälle. Uudistettaessa laho kuusikko männylle on taimikuolemia odotettavissa lahojen kantojen ympärillä. Vuosien kuluessa männyn vastustuskyky kuusenjuurikäävälle kuitenkin lisääntyy, taudin leviäminen pysähtyy, ja tuhot männikössä jäävät yleensä vähäisiksi. Yhden lehtipuun- tai mäntysukupolven aikana juurikääpä ehtii kuolla vanhoista kuusen kannoista ja tauti saadaan häviämään kasvupaikalta (Korhonen 1978, Piri 1996).

Ongelmatilanne syntyy, jos puulajin vaihto tyvilahon vaivaimalla kasvupaikalla ei ole mahdollista, vaan laho kuusikko uudis-

tetaan kuuselle. Valitettavan usein korkea hirvieläinkanta estää sekä koivun että männyn viljelyn. Usein myös kuusen kasvupaikka on liian rehevä hyvälaatuisen männyn kasvatukseen. Jos kuusen kasvatusta jatketaan tyvilahosta huolimatta eikä taudin leviämistä tietoisesti pyritä rajoittamaan, saadaan lahoa puuta korjata jo seuraavan puusukupolven ensimmäisessä harvennushakkuussa (Schönhar 1973, Yde-Andersen 1978, Piri 1996).

Tyvilahokuusikon uudistaminen kuuselle

Lahoista kuusen kannoista juurikäpä leviää istutustaimiin lähes yksinomaan kasvullisesti juuriyhteyksiä pitkin ja tartuntariski on suurin taimilla, jotka kasvavat lahon juuriston välittömässä läheisyydessä. Jos eteläsuomalainen kuusikko, jonka päätehakkupuuston runkoluvusta (450–550 runkoa/ha) 20 % on juurikäävän lahottamia, uudistetaan kuuselle, on odotettavissa, että 20 vuoden kuluttua istutuksesta (istutustiheys 1800 tainta/ha) keskimäärin 10 % istutuskuusista on saanut juurikäpä-tartunnan. Juurikäävän leviämistä seuraavaan kuusisukupolveen voidaan tuntuvasti rajoittaa suosimalla lahojen kantojen ympärillä kuusenjuurikäävälle kestäviä lehtipuita. Eteläsuomalaisista istutuskuusikoista kerätyn aineistoon pohjalta on laskettu, että 2,5 metriä leveä lehtipuu-vyöhyke lahojen kantojen ympärillä vähentää tartunnan saaneiden istutuskuusten osuutta n. 50 % ja 4 metriä leveä vyöhyke n. 80 % (Piri 2003). Jos lahopesäkkeissä tietoisesti vältetään kuusen istutusta, voidaan uudistusala, jossa tyvilahoisten kuusten osuus on alle 20-30 % runkoluvusta, istuttaa kuuselle ilman, että tuhot istutuskuusikossa nousevat kohtuuttoman suuriksi. Tämä edellyttää kuitenkin, että kuusikko myös jatkossa säästyy juurikäpä-tartunnalta. Erityisesti juurikäävän leviämiskäkö kantojen kaatopintojen kautta tulee välttää tekemällä harvennushakkuut talvella tai vastaavasti käsittelemällä kaatopinnat torjunta-aineella kesähakkuiden yhteydessä.

Lahovikaiseen kuusikkoon luontaisesti syntynyttä kuusialikasvosta ei suositella käytettäväksi uudistamisessa. Vaikka alikasvos näyttää ulkoisesti hyväkuntoiselta ja kasvatuskelpoiselta, se on todennäköisesti jo ennen vapauttamisvaihetta pahoin juurikäävän infektoima. Etelä-Suomen kuusikoiden tyvilahopesäkkeissä kasvavista yli kaksimetrisistä alikasvoskuusista keskimäärin 42 % oli juurikäävän tartuttamia, kun vastaava luku samankokoisten istutuskuusikoiden lahopesäkkeissä oli selvästi pienempi, keskimäärin 20 %. Määrittämällä sekä edellisestä ja nykyisestä puusukupolvesta eristettyjen juurikäpärihmastojen

Kuva 1.

Tartuntariski on suurin taimilla, jotka kasvavat lahon juuriston välittömässä läheisyydessä. Juurikäävän leviämistä seuraavan kuusisukupolveen voidaan tuntuvasti rajoittaa suosimalla lahojen kantojen ympärillä kuusenjuurikäävälle kestäviä lehtipuita. Kuva Erkki Oksanen.



genotyytit saatiin selville, että alikasvoskuuset olivat saaneet juurikäpäpartunnan lähes yhtä usein itiöiden välityksellä kuin juuriyhteyksien kautta lahoista ylispuista (Piri ja Korhonen 2001). Alikasvoksen pinnallinen, usein kuivuudesta kärsivä juuristo sekä kilpailu valosta ja ravinteista ovat ilmeisesti altistavia tekijöitä, joiden vuoksi juurikäpätuhot ovat keskimäärin suuremmat alikasvoskuusikoissa kuin istutuskuusikoissa.

Kantojen nostosta apua pahoin saastuneilla kasvupaikoilla

Kuusikoissa, joissa tyvilahoa on runsaasti (yli 30 % runkoluvusta) ei kuusen viljely ole suositeltavaa, jos tartuntalähteitä eli lahoja kantoja ei poisteta uudistusalueelta. Kantojen nosto onkin ainoa toimenpide, jolla voidaan merkittävästi rajoittaa taudin siirtymistä seuraavaan kuusisukupolveen. Myös kulutus onnistuessaan hyvin rajoittaa taudin leviämistä; tosin kulotusalojen uudistamiseen soveltuvat mänty ja koivu selvästi kuusta paremmin.

Kantojen nosto on kallis toimenpide, minkä vuoksi sen käyttö juurikäävän torjuntatoimenpiteenä on ollut vähäistä. Pitkäaikaisin kokemus kantojen nostosta on Englannissa, missä pahoin juurikäävän tartuttamissa männiköissä sairaiden mäntyjen osuus on saatu alenemaan 60 %:sta 20:een paikoin jopa 10 %:iin poistamalla lahot kannot uudistusalueelta (Gibbs ym. 2002).

Kantojen noston tehokkuutta tyvilahon torjuntamenetelmänä kuusikoissa ei toistaiseksi tarkkaan tunneta. Tanskassa perustettiin 1914 puulajikoe, jossa edellisen puusukupolven kuusen kannot nostettiin käsin. Vajaan 20 vuoden kuluttua istutuksesta juuri-

kääpätartunnan oli saanut 21 prosenttia nostoalueen istutustaimista ja 27 prosenttia vertailualueen taimista (Bornebush ja Holm 1934, Yde-Andersen 1970). Syynä suhteellisen korkeaan tartunta-prosenttiin nostoalueella pidettiin maahan jääneitä lahoja juurten kappaleita. Kantojen noston tehokkuus torjuntamenetelmänä riippuukin merkittävästi siitä, kuinka tarkkaan laho juuristo saadaan ylös maasta. Ruotsissa tehdyssä kokeessa maa seulottiin kantojen noston jälkeen yli 5 mm paksuista juurista. Juurikäpälähön osuus pieneni merkittävästi seuraavan puusukupolven istutuskuusikossa, mutta kantojen noston vaikutus muiden lahottajien esiintymisrunsautteen oli vähäinen. Noin 30 vuoden kuluttua käsitteystä nostoalueen istutuskuusista 8,5 % ja vertailualueen kuusista 12,9 % oli lahovikaisia (Stenlid 1987). Amerikassa kantojen nostoa on käytetty sikäläisten lahottajasienten (*Phellinus weirii*, *Inonotus tomentosus*, *Armillaria ostoyae*) torjuntamenetelmänä. Tulokset ovat olleet hyviä ja kantojen noston on todettu merkittävästi alentavan taimien kuolleisuutta seuraavassa puusukupolvessa (Sturrock 2000).

Vaikka lahot juuret helposti katkeavat noston yhteydessä ja osa juurista jää maahan, on juurikäävän elinikä katkenneissa juurissa rajallinen ja todennäköisyys, että taimen juuret joutuvat kosketuksiin aktiivisen juurikäpärihmaston kanssa pienenee nopeasti. Aiempien tutkimustulosten valossa näyttäisi kuitenkin siltä, että aikaväli on riittävän pitkä, jotta osa taimista ehtii saada tartunnan. Paitsi maahan jääneet juuret myös se, kuinka tarkkaan juurikäävän infektoimat kannot saadaan korjattua uudistusalueelta, vaikuttaa kantojen nostosta saatuun hyötyyn. Hyvään lopputulokseen päästään vain, jos kaikki – myös vanhemmat, juurikäävän tartuttamat harvennushakkuukannot – poistetaan kasvupaikalta. On kuitenkin muistettava, että taudin leviämisen kannalta suurin merkitys on kookkailta päätehakkuukannoilla, ja vaikka kaikkia kantoja ja lahoja juuria ei saada poistettua, vähentää jokainen kasvupaikalta poistettu laho kanto seuraavan puusukupolven tartuntariskiä.

Kantojen nostolla on sekä hyvät että huonot puolensa. Mm. hakkuutähteiden ja kantojen korjuun vaikutus seuraavan puusukupolven ravinnetalouteen, vaikutukset maaperän fysikaalisiin ominaisuuksiin, mahdolliset ongelmat taimikonhoidossa sekä ympäristövaikutukset ovat huomioon otettavia tekijöitä arvioitaessa menetelmän käyttökelpoisuutta pitemmällä aikavälillä. Viimeaikaisen kehityksen tuloksena kantojen nostosta on tullut taloudellisesti kannattavaa kantoja energialähteenä käyttävien voimalaitosten lähialueilla. Kantojen nosto juurikäävän torjuntatoimenpiteenä tulee todennäköisesti yleistymään, kun juurikäävän mekaaninen torjunta tulee kestävänsä metsätalouden rahoitustuen piiriin. Kuusenjuurikäävän leviämisen riskialueella (pohjoisrajana Etelä-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Pohjois-Kar-

Kuva 2.
Kantoharvesteri Pallari KH-160 on kehitetty kantojen nostamiseen ja lohkomiseen. Se myös tarvittaessa mätästää nostokohdan taimien istutusta varten.
Kuva Erkki Oksanen.



jalan metsäkeskukset) ja männynjuurikäävän leviämisen riskialueella (Kaakkois-Suomen, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskukset) tukea tullaan myöntämään tuhoalueiden uudistushakkuukohteille vaihtoehtona juurikäävän biologiseen torjuntaan tarkoitettulle tuelle. Valitettavasti vasta vuosien kuluttua pystymme yksityiskohtaisemmin arvioimaan nykytekniikalla toteutetun kantojen noston hyviä ja huonoja puolia sekä antamaan tarkempia tuloksia menetelmän tehokkuudesta tyvilahon torjunnassa.

Kirjallisuus

- Bornebusch, C.H. & Holm, F. 1934. Kultur paa trametesinficeret bund med forskellige træarter. Summary: Replanting of areas infected with *Polyporus annosus*. *Det Forstlige Forsøgs-væsen i Danmark* 13: 225-264.
- Gibbs, J.N., Greig, B.J.W. & Pratt, J.E. 2002. *Fomes* root rot in Thetford Forest, East Anglia: past, present and future. *Forestry* 75: 191-202.

- Hallaksela, A.-M. 1984. Causal agents of butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Silva Fennica* 18: 237-243.
- Kallio, T. 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta Forestalia Fennica* 107. 55 s.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94. 25 s.
- Piri, T. 1996. The spreading of the S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. *European Journal of Forest Pathology* 26: 193-204.
- 2003. Early development of root rot in young Norway spruce planted on sites infected by *Heterobasidion* in southern Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 604-611.
- & Korhonen, K. 2001. Infection of advance regeneration of Norway spruce by *Heterobasidion parviporum*. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 937-942.
- Schönhär, S. 1973. Zur Ausbreitung von *Fomes annosus* und anderer Rotfäulepilze in Fichtenbeständen 2. Generation. Summary: On the spread of *Fomes annosus* and other red-rot fungi in second generation spruce stands. *Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* 22: 3-8.
- Stenlid, J. 1987. Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 187-198.
- Sturrock, R.N. 2000. Management of root diseases by stumping and push-falling. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre. Technology Transfer Note 16. 8 s.
- Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 127. 52 s.
- Yde-Andersen, A. 1970. *Fomes annosus* in conifer stands of first and second rotation. Julkaisussa: Hodges, C.S., Rishbeth, J. & Yde-Andersen, A. (toim.), Proceedings of the 3rd IUFRO Conference on *Fomes annosus*. Denmark, July-August 1968. USDA, Washington DC. s. 137-148.
- 1978. Dyrkning af nåletræer gennem flere generationer og angreb af *Fomes annosus* (Fr.) Cke. Summary: Growing conifers through several generations and attack by *Fomes annosus* (Fr.) Cke. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 4: 271-290.

Kuusen tyvilahon torjunta kilpailevien sienien avulla

Kari Korhonen

Johdanto

Havupuiden juuri- ja tyvilahoa aiheuttavien sienien joukossa juurikääpä kuuluu vahvimpiin taudinaiheuttajiin. Se voi murtaa hyväkuntoisenkin puun vastustuskyvyn. Itiöiden välityksellä se voi tarttua suoraan kasvavien puiden vaurioihin, joskin hyvinvoiva puu pystyy usein torjumaan tämän hyökkäyksen. Vaarallisempi on tilanne silloin, kun juurikääpä käyttää valtaamaansa kantoa tai aikaisemmin sairastunutta puuta tukikohtanaan. Terve puu saa tällöin tartunnan juuriston kosketuskohtien kautta. Hyökkäyksen tekevällä sienirihmastolla on käytettävissään runsas ravintolähde ja paljon aikaa puun vastustuskyvyn murtamiseksi.

Etelä-Suomen metsät ovat siinä määrin juurikäävän tartuttamia, että tämän sienien itiöitä on runsaasti ilmassa lämpimänä vuodenaikana. Kasvavan puun vauriosta sisään yrittävä itiö tukehtuu usein pihkaan tai itiöstä kehittyvän heikon rihmaston kasvu kilpistyy elävän puusolukon rakentamaan esteeseen. Sen sijaan tuoreen kannon kaatopinta on avoin ovi sisälle kantaan. Itiö voi huuhtoutua puun johtosolukossa muutamia millimetrejä puun sisään, suojaan kuivumiselta. Puun vastustuskyky on loppunut ja sienien kasvu puun syiden suunnassa on nopeaa. Kannon valtaamisessa on voitettava vain yksi vastus: kilpailu muiden sienien taholta.

Kantojen lahoaminen on prosessi, joka tapahtuu useiden sienien ja bakteerien yhtäaikaisen ja perättäisen toiminnan tuloksena. Ensimmäisinä tulleet sinistäjät ja lahottajat syrjäytyvät yleensä myöhemmin toisten toimesta. Nämä jatkavat lahottamista siitä, mihin edellinen jäi. Juurikääpä tulee kantaan ensimmäisten joukossa mutta, päinvastoin kuin useimmat muut lahoamisen ensivaiheen sienet, se pitää valtaamansa kannon jopa vuosikymmeniä, lahoamisen viime vaiheisiin asti (Runge 1986, Piri 1996).

Pohjoismaissa tehtyjen selvitysten mukaan (Kallio 1970, Brandtberg ym. 1996) valtaosa tuoreisiin kantoihin tulevasta juurikääpätartunnasta tulee öisin lämpimän heikkotuulisen ja vähäsateisen sään vallitessa. Juurikäävän itiöemät ovat varsin hyvin suojassa kuivumiselta, joten vasta viikkoja kestävä kuivat jaksot vähentävät itiötuotantoa. Tartunta on luonnollisesti voimakkainta

saastuneissa metsissä ja niiden välittömässä läheisyydessä (Möykkönen ym. 1997). Suurin osa tartunnasta tulee parin päivän sisällä puun kaadosta. Runsaan viikon kuluttua kannon pintaosat ovat jo 'varattuja', eikä juurikäpää enää pääse kaatopinnan kautta kantoon.

Kantojen suojakäsittely

Kemikaalit

Siitä lähtien kun tuoreiden kantojen merkitys juurikäävän tartuntatienä selvitettiin 50 vuotta sitten Englannissa, juurikäävän leviämistä kantoihin on eri maissa pyritty torjumaan käsittelemällä tuoreet kaatopinnat erilaisilla suoja-aineilla. Aluksi kokeiltiin monenlaisia kemikaaleja, sokerista rikkihappoon (Pratt ym. 1998). Käytännön torjuntaan soveltuviksi havaittiin lähinnä urealiuos ja eräät booriyhdisteet. Urealiuos (30-35 %) on tehokas ja nykyisinkin kantojen käsittelyyn hyväksytty kemiallinen suoja-aine Suomessa. Booriyhdisteitä on Euroopassa vieroksuttu niiden myrkyllisyyden takia.

Harmaaorvakka

Englannissa alettiin pian tutkia myös mahdollisuutta käyttää apuna juurikäävän kanssa kilpailevia kantosieniä. Erityisen lupaavaksi osoittautui harmaaorvakka-sieni (*Phlebia gigantea*; syn. *Phlebiopsis g.*, *Peniophora g.*, *Phanerochaete g.*). Kuten juurikäpää, sekin on laajalle levinnyt talousmetsien sieni, jonka itiöt valtaavat tuoreita havupuiden kantoja, vieläpä ensisijaisesti samoja kannon osia kuin juurikäpää. Mutta päinvastoin kuin juurikäpää, harmaaorvakka ei tartu eläviin puihin. Koska orvakka on hyvin yleinen havumetsissä, sillä on merkitystä juurikäävän esiintymisen luontaisena rajoittajana (Kallio 1970). Kannon pintaosissa se pystyy syrjäyttämään juurikäävän, mutta jos tämä onnistuu pääsemään syvemmälle kantoon, ei orvakka sitä enää tavoita. Ei se myöskään pysty syrjäyttämään juurikäpää tyvilahoisesta kannosta, joskin se saattaa rajoittaa tämän leviämistä kannon terveisiin osiin.

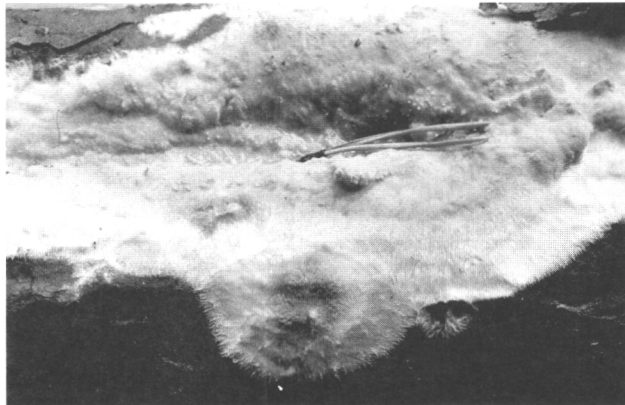
Lukuisten muidenkin kannoissa esiintyvien sienten kykyä torjua juurikäävän tartuntaa on kokeiltu (Holdenrieder ja Greig 1998), mutta harmaaorvakan veroista ei ole löydetty. Muutamia hyvä ehdokkaita on, esim. *Resinicium bicolor*, mutta orvakalla on näihin verrattuna eräs suuri etu: sen rihmaston kyky tuottaa suvuttomia itiöitä. Tämä helpottaa oleellisesti käyttövalmisteen tekemistä, ja itiöistä tehdyn valmisteen säilyvyys on paljon parempi kuin rihmastosta tehdyn valmisteen.

Kuva 1.

Juurikääpä (1a) ja harmaaorvakka (1b) – kilpailijat kuusen ja männyn kannoissa. Kuvat Kari Korhonen.



1a



1b

Harmaaorvakka otettiin käyttöön Englannissa 1960-luvun alussa männyn kantojen suojaamiseen, pian myös USA:ssa ja Puolassa. Kuusen ja muiden havupuiden kannoissa ei orvakalla saavutettu tyydyttävää tehoa, ja kuusen kantojen käsittely tehtiin kemikaaleilla. Sitten osoittautui, että jos orvakan itiöiden määrää lisättiin, teho kuusen kannoissa parani oleellisesti. Suomessa prof. Tauno Kallio teki kokeita kuusen kannoissa 1970-luvulla, ja seuraavan vuosikymmenen vaihteessa hän yhdessä Kemira OY:n kanssa tarjosi kuusen kantojen käsittelyyn yksinkertaisen harmaaorvakkavalmisteen nimeltä 'Maannousemanesto'. Metsänomistajilla ei tuohon aikaan kuitenkaan ollut kiinnostusta kantojen käsittelyyn. Valmisteen myynti jäi vähäiseksi, ja muutaman vuoden kuluttua se vedettiin pois markkinoilta.

'Rotstop'-valmiste

Kiinnostus kantojen käsittelyyn heräsi Suomessa vasta kymmenkunta vuotta myöhemmin, kun käsittely voitiin tehdä hakkuukoneeseen liitetyllä laitteella. Se alensi käsittelykustannuksia ratkaisevasti. Tämäkin oivallus lienee ollut peräisin Englannista, ja erityisesti Enso-Gutzeit oli aktiivinen sen soveltamisessa Suomen

oloihin. Aluksi käytettiin urealiuosta. Käyttäjät eivät kuitenkaan olleet siihen tyytyväisiä mm. korroosio-ongelmien vuoksi.

Silloin Metsäntutkimuslaitos, Kemira OY ja Enso-Gutzeit ryhtyivät selvittämään mahdollisuutta käyttää käsittelyssä harmaa-orvakkaa. METLAn alustavien testausten perusteella valittiin orvakkaisolaattien joukosta tehokkaalta näyttävä kanta. Se oli alun perin eristetty kuusen kannosta Lopella. Kemira teki siitä jauheen muodossa olevan valmisteen, jonka tehokkuutta käytännössä testattiin Enso-Gutzeitin avustuksella. Kokeita tehtiin myös Ruotsissa ja Norjassa. Valmiste osoittautui vähintään yhtä tehokkaaksi kuin urealiuos. Huoellisen käsittelyn keskimääräinen teho oli yli 90 %.

Valmiste sai nimen 'Rotstop®' ja se tuli myyntiin v. 1993. Yksi gramma valmistetta sisältää 2-10 miljoonaa orvakan itiötä hienojakoisen silikaatin (hiekan) seassa. Valmiste on säilytettävä jääkaapissa tai pakastimessa, mutta jatkuvaa kylmäketjua se ei vaadi, kunhan se suojellaan korkeilta lämpötiloilta (yli 40 °C). Käyttöseos saadaan sekoittamalla 1 g valmistetta litraan vettä. Koska itiöt itävät vedessä noin vuorokaudessa, käyttöseos on uusittava joka päivä.

Harmaaorvakan nykyinen käyttö

Kantojen suoja-aineena Rotstop syrjäytti Suomessa pian urealiuoksen lähes kokonaan. Muutaman vuoden kuluttua sama tapahtui Ruotsissa. Alustavissa kokeissa on Rotstopilla saatu yleensä hyviä tuloksia myös ainakin Ranskassa ja Italiassa (Soutrenon ym. 1998, Nicolotti ym. 1999). Sen sijaan Tanskassa tehdyissä kokeissa tulokset ovat hiukan huonompia (Thomsen 2003), ja siellä käsittely tehdään edelleen urealla. Puolassa on käytössä paikallinen harmaaorvakkavalmiste männyn kantojen käsittelyyn; siinä orvaka on sahajauhon seassa, ja käsittely voidaan tehdä vain käsin. Brittein saarilla käytetään kuusella ureaa, männyllä enimmäkseen sikäläistä harmaaorvakkavalmistetta (Pratt ym. 2000). Suomessa tehtyjen alustavien testausten perusteella tämä orvakkakanta ei toimi kunnolla kuusen kannoissa (kuva 2b). Orvakan käyttöä tutkitaan parhaillaan useissa maissa.

On huomattava, että läheskään kaikissa Euroopan maissa (esim. Saksassa) kantojen käsittelyä ei tehdä, joko siksi että siihen ei katsota olevan varaa tai siksi, että sitä ei katsota tarpeelliseksi (Thor 2003).

Harmaaorvakan hyviä ja huonoja ominaisuuksia

Veteen sekoitettu laimea orvakkavalmiste on miellyttävämpi käyttää kuin urealiuos, eikä se aiheuta korroosiota eikä akuutteja ympäristöongelmia. Myöskään terveydellisiä haittoja käyttäjälle ei ole osoitettu. Kannossa orvakan vaikutus ulottuu syvemmälle kuin kemikaalin, koska se valtaa olosuhteista riippuen suuremman tai pienemmän osan kannosta ja sen juurista näin rajoittaen juurikäävän elintilaa. Vaikutus ulottuu myös paikallisesti laajemmalle, sillä vuoden tai parin kuluttua orvakka alkaa tuottaa itiöemiä käsittelyissä kannoissa ja levittää itiöitään lähiseudun tuoreisiin kantoihin.

Käyttäjän kannalta hankalaa on uuden käsittelyseoksen valmistaminen joka päivä sekä tietty huolellisuus elävän valmisteen säilytyksessä, lähinnä liian korkeiden lämpötilojen välttäminen. Toinen biologisen valmisteen haitta on, että siinä käytetty organismi on ajan mittaan altis muutoksille. Valmisteen tehoa on siis seurattava jatkuvasti. Paitsi kantojen lahottaja, harmaaorvakka on myös hakatun puutavaran lahottaja, ja kantokäsittelyn yhteydessä puutavara saa aina jonkin verran orvakkartartuntaa. Sitä se saa kuitenkin käytännöllisesti katsoen aina myös luontaisesti, ja normaaleja varastointiaikoja noudatettaessa vaaraa lisääntyneestä puutavaran pilaantumisesta ei ole (Mäkelä ja Korhonen 1998).

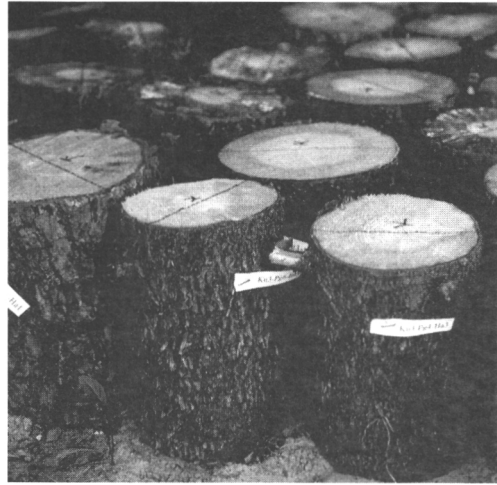
Rotstopin tehon ja vaikutusten seuranta

Rotstopin tehon seurantakokeita tehdään vuosittain METLAssa. Yleensä testaukset on tehty kantokäsittelyä jäljitellen tuoreissa kuusipölkyissä. Ajoittain kokeita on tehty myös kannoissa. Saatujen tulosten mukaan valmiste on säilyttänyt tehonsa hyvin viime aikoihin asti (Korhonen 2003). Käytännössä tehtävän kantokäsittelyn tehon seuranta on myös aloitettu.

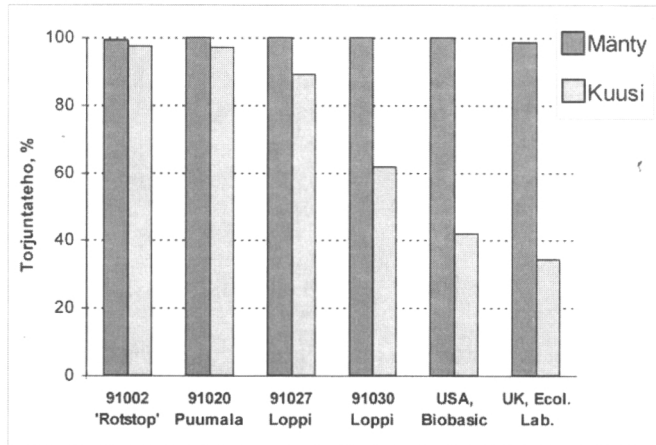
Verrattaessa Rotstop-kantaa muihin orvakkaisolaatteihin, se ei yksittäisissä kokeissa ole aina ole ollut paras mutta kylläkin yksi parhaista. Toistuvasti selvästi tehokkaampaa kantaa ei ole löytenyt (Korhonen 2003). Toisaalta Rotstop-kannan heikkous on ollut sen suhteellisen alhainen itiötuotanto. Valmisteen sisältämä minimimäärä, 2 milj. itiötä/g, näyttää normaalioloissa riittävän, mutta eräistä toisista orvakkaisolaateista lienee mahdollista saada valmisteita, joiden itiöpitoisuus on yli 10 milj. itiötä/g. Itiömäärällä on merkitystä, erityisesti jos levityslaite toimii puutteellisesti tai jos juurikäävän tartuntapaine kuusen kantoihin on poikkeuksellisen suuri.

Kantojen käsittely Rotstopilla ei ole sataprosenttisen tehokas (kuten ei myöskään ureakäsittely), mutta normaalisti se torjuu vähintään 90 % kantoihin tulevasta juurikäävän itiötartunnasta. Viime aikoina on kuitenkin saatu joissakin kokeissa Ruotsissa ja Suo-

Kuva 2.
 Rotstopin tehon seuranta-
 koe kuusipölkkyissä (2a)
 ja erään kokeen tuloksia
 (2b). Kokeessa verrattiin
 neljän suomalaisen
 harmaaorvakkisolaatin
 tehoa USA:ssa ja
 Englannissa käytettyihin
 isolaatteihin.
 Kuva Kari Korhonen.



2a



2b

messä myös huonompia tuloksia. Syyt ovat parhaillaan selvityksen alaisena. Mahdollisesti syynä on kannan heikkeneminen tai Rotstop-valmisteiden suhteellisen alhainen itiöpitoisuus oloissa, joissa juurikäävän tartuntapaine on hyvin voimakas (kuten esim. Etelä-Ruotsissa). Vertailuvalmisteet, joiden itiömäärä on suuri, ovat näissä oloissa toimineet paremmin.

Näyttääkin siltä, että tullut aika vaihtaa Rotstop-valmisteessa 10 vuotta käytössä ollut harmaaorvakkisolaatti. Englantilaisissa ja puolalaisissa valmisteissa käytettävää isolaattia on vaihdettu säännöllisesti. Isolaattia olisi syytä ajoittain vaihtaa myös ympäristövaikutusten vuoksi, sillä orvakan jatkuva levittäminen kantoihin aiheuttaa muutoksia niiden luontaisessa sienilajistossa (Hantula ym. 2003). Toisaalta, asiaa ahtaasti tulkiten, terveiden puiden runsaslukuiset kannot eivät ole 'luonnollisia', ne eivät oikeastaan kuulu alkuperäiseen koskemattomaan metsäluontoon.

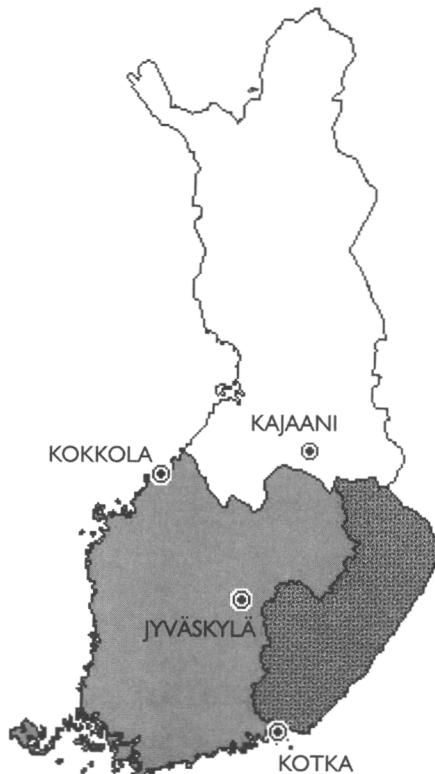
Lisäksi on todettu, että harmaaorvakka on kannoissa suhteellisen pian väistyvä laji. Mitkä lajit sen syrjäyttävät, ei ole selvitetty.

Yhden isolaatin pitkäaikainen levittäminen aiheuttanee muutoksia myös luontaisessa orvakkapopulaatiossa. Vaarana on tämän organismin geneettisen pohjan kapeneminen. Asiaa on jo alustavasti selvitetty; saatujen tulosten mukaan olennaiset muutokset populaatiossa vaativat vähintäänkin pitkän ajan (Hantula ym. 2003).

Käsittelysuositukset

Havupuun kantojen käsittely suositellaan tehtäväksi juurikäävän leviämisen riskialueella (kuva 3) kuusen ja männyn harvennuksissa kivennäismailla toukokuun alun ja lokakuun lopun välisenä aikana. Käsittely suositellaan tehtäväksi myös päätehakuissa, jos saman puulajin kasvatusta paikalla jatketaan. Lehtipuiden kantoja ei tarvitse käsitellä. Tarkemmat ohjeet on esitetty Metsätehon oppaassa ”Kantokäsittelyn toteutus” (Mäkelä 2001). Yksityinen metsänomistaja voi saada korvausta kantokäsittelyn kuluihin metsänparannusvaroista.

Kuva 3. Juurikäätartunnan riskialue. Kuusen kantojen käsittelyä kesäaikaisissa hakkuissa suositellaan koko Etelä- ja Keski-Suomessa. Itä-Suomessa (tummempi alue) myös männyn kannot pitäisi käsitellä tyvitervastaudin leviämisen rajoittamiseksi.



Tarkastelua

Suomessa kantojen käsittely ei ole pakollista, mutta tämänhetkisen tiedon perusteella se on kannattavaa toimintaa (Möykkynen ym. 2000). Käsittelyn tehokkuudesta päätehakkuun yhteydessä ei kuitenkaan ole aivan varmoja todisteita. Esim. Ruotsissa sitä ei toistaiseksi tehdä, mutta asia on siellä harkinnan alla. Lahovikaisten metsien käsittelyä on myös pidetty kannattavuudeltaan kyseenalaisena. Käytännössä lahovikaisuuden astetta on usein vaikea tietää ennen kuin päätös käsittelystä on tehtävä. Joka tapauksessa käsittely suojaa lahojen metsien terveitä kantoja itiötartunnalta, ja todennäköisesti orvakalla on merkitystä juurikäävän leviämisen rajoittajana myös tyvilahoisissa kannoissa.

On esitetty, että taimitarhalla taimipaakkuun lisätty orvakka suojaisi kasvavaa puustoa juurikääpärtunnalta (Halonen 2002). Pitkäaikaiskokeiden puuttuessa tähän on vaikea uskoa, koska harmaaorvakka on puun lahottaja ja puustakin suhteellisen pian syrjäytyvä ensivaiheen lahottaja. Eräs kantokäsittelyn ongelma on yöpakkasten aiheuttama letkujen jäätyminen hakkuukoneissa varhain keväällä ja myöhään syksyllä. Tämän estämiseksi on kehitetty erityinen pakkasneste, jota lisätään käsittelyseokseen (Halonen 2002). Toisaalta alhainen lämpötila pysäyttää myös juurikäävän itiötuotannon, joten jäätyneiden letkujen aiheuttama tauko käsittelyssä ei liene vaarallinen.

Kantokäsittely tuo kieltämättä omat hankaluutensa metsänhoitoon. Sen vaihtoehtona on kuusen lisääntyvä lahovikaisuus lämpimänä vuodenaikana tehtyjen hakkuiden seurauksena. Tilanne on sellainen erityisesti perättäisiä kuusisukupolvia kasvatettaessa.

Tärkeimmät juurikäävän torjuntatoimenpiteet talousmetsissä

- *Terveissä kuusikoissa juurikäävän riskialueella on pyrittävä estämään itiötartunta, joka johtaa uusien tautipesäkkeiden syntyyn*
 - tekemällä harvennukset ja päätehakkuu talvella tai kanto-käsittely kesähakkuissa,
 - tekemällä harvennukset varovasti puuston vaurioitumista välttämällä.
- *Tartunnan jo saaneissa kuusikoissa on lisäksi pyrittävä estämään suuret taloudelliset menetykset puuston ikääntyessä*
 - lyhentämällä kiertoaika.
- *Uudistettaessa tyvilahoisia kuusikoita on pyrittävä hävittämään paikalla oleva juurikääpärtartunta*
 - poistamalla kannot tai vaihtamalla puulaji lehtipuuksi (maaperän salliessa myös männyksi).

- *Jos tyvilahoisen kuusikon paikalla jatketaan kuusen kasvatusta poistamatta edellisen puusukupolven kantoja, on pyrittävä estämään taudin leviäminen vanhoista tautipesäkkeistä, uusien pesäkkeiden synty sekä lisääntyvät menetykset puuston ikääntyessä*
 - suosimalla sekapuustoa lahopesäkkeissä ja lahojen kantojen ympärillä,
 - välttämällä kuusen alikasvoksen hyödyntämistä tautipesäkkeissä,
 - tekemällä harvennukset talvella tai kantokäsittely kesällä,
 - välttämällä puuston vaurioitumista harvennuksissa,
 - lyhentämällä kiertoaikaa.

Kirjallisuus

- Brandtberg, P.-O., Johansson, M. & Seeger, P. 1996. Effects of season and urea treatment on infection of stumps of *Picea abies* by *Heterobasidion annosum* in stands on former arable land. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 261-268.
- Halonen, M. 2002. Lahon havupuun käyttö sulfaattiprosessin raaka-aineena sekä havupuun lahontorjunta. Väitöskirja. Department of Chemistry, University of Jyväskylä, Research report 88. ISBN 951-39-1333-3.
- Hantula, J., Vainio, E.J., Lipponen, K., Hallaksela, A.-M. & Korhonen, K. 2003. Effects of stump treatments with *Phlebiopsis gigantea* on mycodiversity. Julkaisussa: Laflamme, G., Bérubé, J.A. & Bussières, G. (toim.). Root and butt rots of forest trees. 10th International Conference on Root and Butt Rots. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Sainte-Foy, Quebec. s. 127. (Abstr.) ISBN 0-662-33332-2
- Holdenrieder, O. & Greig, B. 1998. Biological methods of control. Julkaisussa: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (toim.) *Heterobasidion annosum*. Biology, ecology, impact and control. CAB International, Oxon, New York. s. 235-258. ISBN 0-85199-275-7
- Kallio, T. 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta Forestalia Fennica* 107. 55 s.
- Korhonen, K. 2003. Simulated stump treatment experiments for monitoring the efficacy of *Phlebiopsis gigantea* against *Heterobasidion* infection. Julkaisussa: Laflamme, G., Bérubé, J.A. & Bussières, G. (toim.). Root and butt rots of forest trees. 10th International Conference on Root and Butt Rots. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Sainte-Foy, Quebec. s. 206-210. ISBN 0-662-33332-2

- Mäkelä, M. 2001. Kantokäsittelyn toteutus. Metsätehon opas. 22 s. ISBN 951-673-171-6
- & Korhonen, K. 1998. Rotstop-kantokäsittelyaineen vaikutus hakattuun puutavaraan. Metsätehon raportti 54, 15 s.
- Möykkönen, T., Miina, J. & Pukkala, T. 2000. Optimizing the management of a *Picea abies* stand under risk of butt rot. *Forest Pathology* 30: 65-76.
- , Weissenberg, K. von & Pappinen, A. 1997. Estimation of dispersal gradients of S- and P-type basidiospores of *Heterobasidion annosum*. *European Journal of Forest Pathology* 27: 291-300.
- Nicolotti, G., Gonthier, P. & Varese, C. 1999. Effectiveness of some biocontrol and chemical treatments against *Heterobasidion annosum* on Norway spruce. *European Journal of Forest Pathology* 29: 339-346.
- Piri T 1996. The spreading of the S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. *European Journal of Forest Pathology* 26: 193-204.
- Pratt, J., Johansson, M. & Hüttermann, A. 1998. Chemical control of *Heterobasidion annosum*. Julkaisussa: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (toim.) *Heterobasidion annosum. Biology, ecology, impact and control*. CAB International, Oxon, New York. s. 259-282. ISBN 0-85199-275-7
- , Niemi, M. & Sierota, Z.H. 2000. Comparison of three products based on *Phlebiopsis gigantea* for the control of *Heterobasidion annosum* in Europe. *Biocontrol Science and Technology* 10: 467-477.
- Runge, A. 1986. Pilzsukzession auf Kiefernstümpfen II. *Zeitschrift für Mykologie* 52: 429-438.
- Soutrenon, A., Lévy, A., Legrand, P., Lung-Escarmant, B., Guillaumin, J-J. & Delatour, C. 1998. Évaluation de l'efficacité de trois traitements de souches contre le Fomes (*Heterobasidion annosum*). *Revue Forestière Française* 50: 317-327.
- Thomsen, I.M. 2003. Effect of stump treatment on transfer of *Heterobasidion annosum* root rot in Norway spruce. Julkaisussa: Laflamme, G., Bérubé, J.A. & Bussièeres, G. (toim.). *Root and butt rots of forest trees. 10th International Conference on Root and Butt Rots*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Sainte-Foy, Quebec. s. 160-169. ISBN 0-662-33332-2
- Thor, M. 2003. Operational stump treatment against *Heterobasidion annosum* in European forestry - current situation. Julkaisussa: Laflamme, G., Bérubé, J.A. & Bussièeres, G. (toim.). *Root and butt rots of forest trees. 10th International Conference on Root and Butt Rots*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Sainte-Foy, Quebec. s. 170-175. ISBN 0-662-33332-2

Siemen- ja taimikaupan säädökset ja niiden valvontatulokset

Kari Leinonen ja Kirsi Taskila

Siemen- ja taimikaupan säädökset

Lainsäädäntö ja lain valvonta

Euroopan unionin direktiivi metsänviljelyaineiston kaupasta (1999/105/EY) pantiin Suomessa täytäntöön vuoden 2003 alusta, jolloin laki (241/2002) ja asetus (1055/2002) metsänviljelyaineiston kaupasta tulivat voimaan. Myös muut Euroopan Unionin jäsenmaat ovat yhdenmukaistaneet oman lainsäädäntönsä direktiivin mukaisesti ja uudistetut säädökset tulivat voimaan kaikkialla samanaikaisesti.

Uudistetun lainsäädännön ja direktiivin tarkoituksena on varmistaa, että kaikki Unionin alueella markkinoitava metsänviljelyaineisto sisältää selkeät ja yhdenmukaisella tavalla ilmoitetut alkuperää ja muita ominaisuuksia koskevat tiedot. EU-jäsenmaiden viranomaisten tehtävänä on valvoa, että oikeat alkuperätiedot seuraavat siemen- ja taimierää kaikkien tuotannon ja markkinoinnin vaiheiden aikana. Kasvituotannon tarkastuskeskus (KTTK) vastaa uudistetun lainsäädännön täytäntöönpanosta ja valvonnasta Suomessa.

Oikeiden ja luotettavien tietojen perusteella metsänviljelyaineiston ostajat voivat varmistua, että metsänviljelyaineisto on alkuperältään kasvatettavaksi soveliasta ja täyttää aineiston laadulle asetetut vaatimukset riippumatta siitä, missä maassa siemenet tai taimet on tuotettu ja minne ne on markkinoitu.

Keitä ja mitä säädökset koskevat?

Säädökset koskevat metsänviljelyaineiston tuotantoa, markkinointia ja maahantuontia, jota harjoitetaan ammattimaisesti. Metsänviljelyaineiston toimittajien tulee kuulua KTTK:n ylläpitämään metsänviljelyaineiston toimittajarekisteriin ja niitä valvotaan säännöllisesti. Säädökset eivät koske vähäistä taimien kasvatusta ja markkinointia, jota harjoitetaan esim. 4H-yhdistysten toimesta.

Säädöksiä sovelletaan metsätalouden kannalta tärkeiden puulajien taimiin ja kasvinosiin, jotka on tarkoitettu vain metsätalous-

käyttöön sekä siemeniin, siemenkotiin, käpyihin ja hedelmiin, joita voidaan käyttää sekä koristekasvi- että metsäpuiden taimien tuotannossa. Niitä ei kuitenkaan sovelleta sellaisiin kasvinosiin ja taimiin, joiden voidaan osoittaa olevan tarkoitettu muuhun kuin metsätalouuskäyttöön, sekä sellaisten siementen tuotantoon, jotka on tarkoitettu yksinomaan koe- ja tutkimustoimintaan, metsänjalostukseen tai geenivarojen säilyttämiseen.

Keskeinen käsitteistö

Perusaineiston tyypit

Perusaineiston tyyppejä ovat:

- *siemenlähde*: puut sillä alueella, jolta siemenet on kerätty;
- *metsikkö*: rajattu puupopulaatio, jonka koostumus on riittävän yhdenmukainen;
- *siemenviljelys*: sellainen siementuotantoa varten perustettu valikoitujen kloonien tai perheiden viljelys, joka on eristetty tai jota on hoidettu siten, että ulkopuolinen pölytys voidaan välttää tai sitä voidaan rajoittaa;
- *perheen vanhemmat*: sellaiset siementuotantoon tarkoitetut puut, jotka on pölytetty valvotusti tai vapaan pölytyksen avulla siten, että emiyksilöinä käytettyä vanhempaa on pölytetty yhden vanhemman (täyssisar) tai useamman tunnistetun tai tunnistamattoman vanhemman (puolisisar) siitepölyllä;
- *klooni*: yhdestä kantayksilöstä kasvullisen lisäyksen avulla saatu yksilöiden ryhmä; sekä
- *klooniyhdistelmä*: tunnistetuista klooneista määrätyssä suhteessa tehty yhdistelmä.

Alkuperä

Luontaisesti uudistetun tai paikallisella siemenellä uudistetun metsikön *alkuperä* on se paikka, jossa puut kasvavat. Jos metsikkö on viljelty muualta hankitulla siemenellä, on metsikön alkuperä se paikka, josta siemenet ovat peräisin. Metsikön alkuperä voi olla myös tuntematon, jolloin alkuperästä ei ole dokumentoitua tietoa.

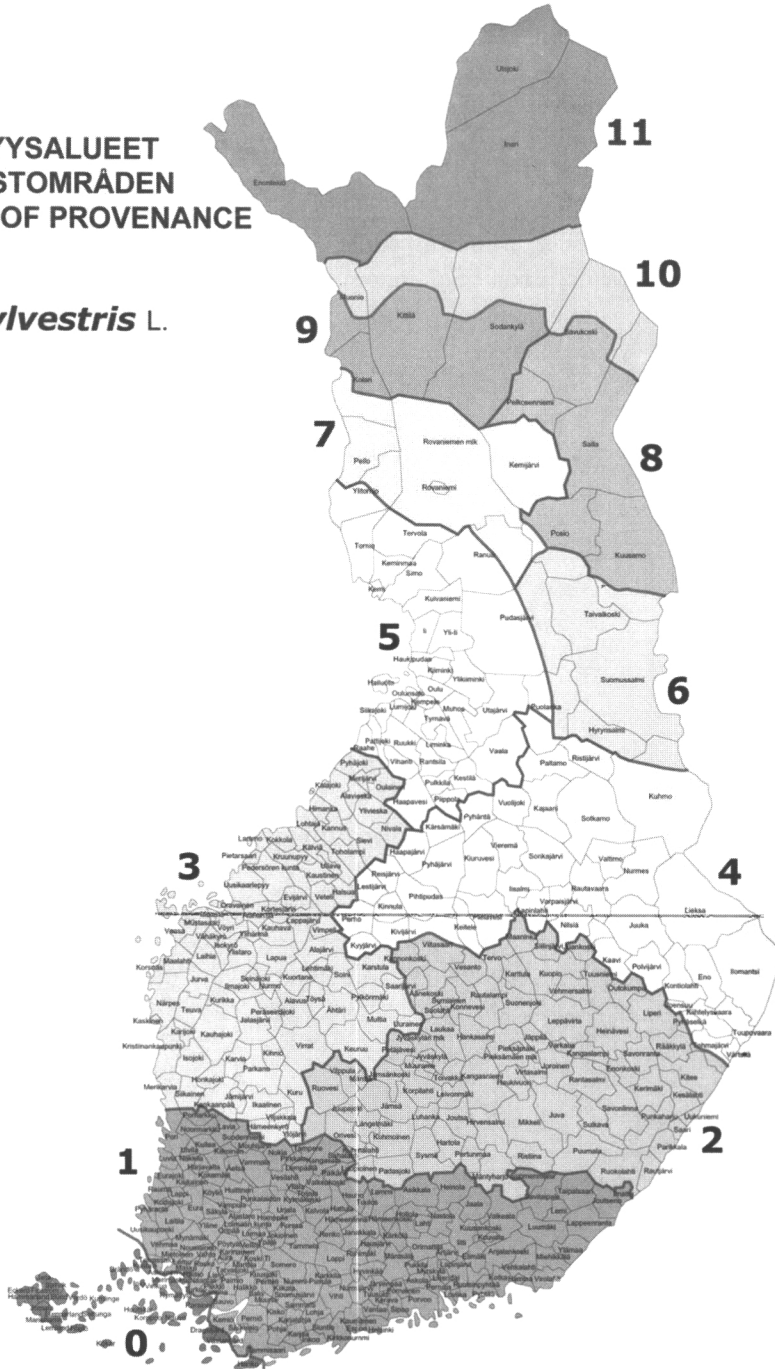
Lähtöisyys ja lähtöisyysalueet (siemenlähde ja metsikkö)

Lähtöisyydellä tarkoitetaan paikkaa, josta kävyt, siemenet tai muu metsänviljelyaineisto on peräisin eli sitä paikkaa, jossa metsikkö kasvaa. Lähtöisyys ei siis ota kantaa siihen, onko kysymyksessä

**LÄHTÖISYYSALUEET
HÄRKOMSTOMRÅDEN
REGIONS OF PROVENANCE**

Pinus sylvestris L.

mänty
tall



Pohjakaartta ©Genimap Oy, lupa L5319/03

Kuva 1.
Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen vahvistama lähtöisyysalue männille.

alkuperäinen tai muu kuin alkuperäinen tai alkuperältään tuntematon siemenlähde tai metsikkö.

Yhdellä *lähtöisyysalueella* luonnonolot ovat riittävän yhdenmukaiset ja puut ovat perinnöllisiltä tai fenotyypisiltä ominaisuuksiltaan riittävän samankaltaisia, jotta siellä olevista metsiköistä kerätyt kävyt tai siemennorkot voidaan karistaa yhtenä eränä.

Suomessa lähtöisyysalueita on männyllä yksitoista (kuva 1) ja kuusella sekä molemmilla koivulajeilla kullakin kuusi. Lähtöisyysalueet on laadittu jalostusvyöhykkeiden pohjalta, joten ne ottavat huomioon puulajiemme geneettiset ja fenotyypiset eli ilmiönsuominaisuudet, alkuperäkokeiden tulokset ja kokemukset käytännön metsänviljelyjen yhteydessä tehdyistä alkuperien siirroista. Lähtöisyysalueiden ja jalostusvyöhykkeiden pohjana on käytetty lämpösummavyöhykkeitä, kasvillisuusvyöhykkeitä ja eliömaakuntia. Kaikkien puulajiemme lähtöisyysalueet löytyvät www-soitteesta <http://www.kttk.fi/> (metsänviljely).

Lähtöisyysalueita voidaan käyttää apuna arvioitaessa siementen ja taimien soveltuvuutta metsänviljelyyn tietyllä alueella. Viljelypaikan sijaintikunnan tai sen naapurikuntien siementä ja niistä kasvatettuja taimia voidaan alkuperän puolesta turvallisesti käyttää metsänviljelyyn. Lähtöisyysalueet eivät kuitenkaan ole siementen ja taimien käyttöalueita. Jos siemen on peräisin eri lähtöisyysalueelta tai toisesta maasta, joudutaan alkuperän soveltuvuus selvittämään lähtöisyysalueiden ilmasto-oloja vertaamalla.

Käyttöalueet (siemenviljely ja kloonit)

Suurin osa taimitarhakylvöihin käytettävästä siemenestä tuotetaan siemenviljelyksillä. KTTK tarkastaa siemenviljelykset, pitää rekisteriä hyväksytyistä siemenenviljelmistä sekä määrittää ja vahvistaa siemenelle ja niistä kasvatetuille taimille käyttöalueet (kuva 2). KTTK:n tehtävänä on myös pitää rekisteriä hyväksytyistä kloonista ja määrittää kloonitaimille käyttöalueet.

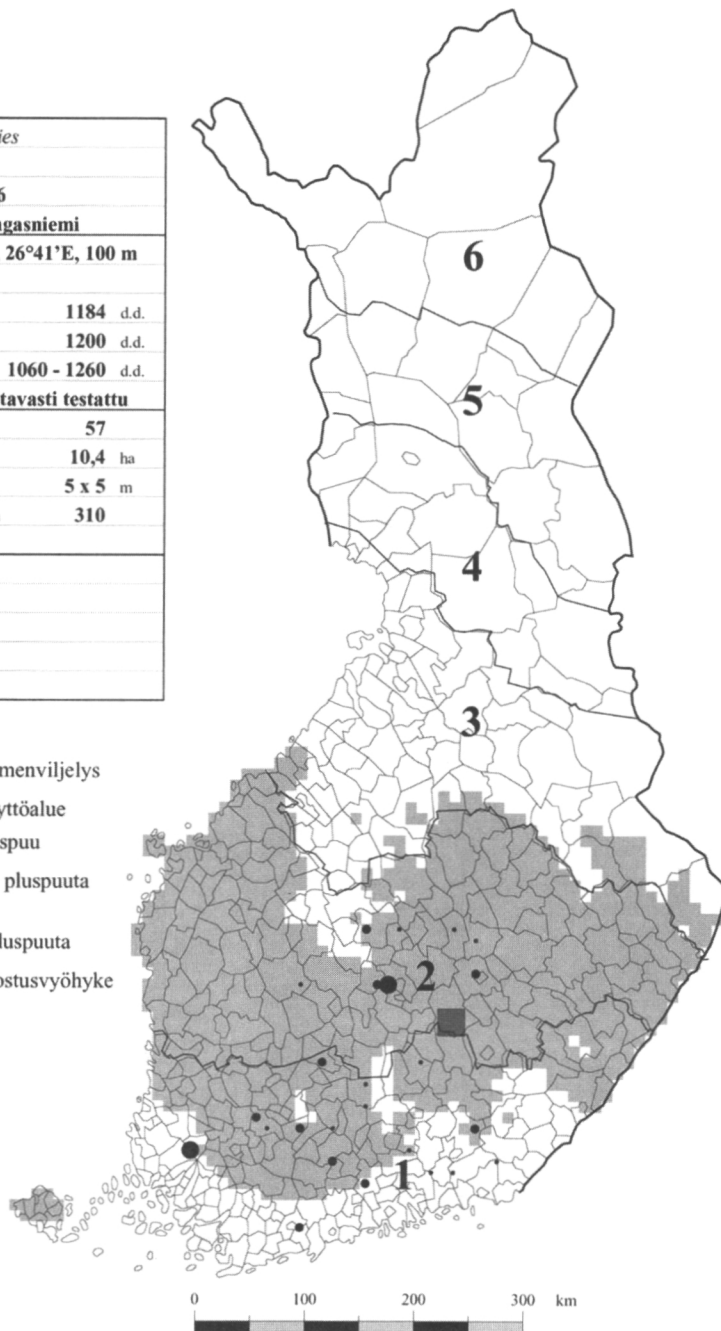
Metsänviljelyaineiston luokat

Metsänviljelyaineiston tuottamiseen käytettävä perusaineisto ja metsänviljelyaineisto jaetaan seuraaviin luokkiin: 1) *siemenlähde tunnettu*, 2) *valikoitu*, 3) *alustavasti testattu*, ja 4) *testattu* (taulukko 1). *Siemenlähde tunnettu* -luokkaan kuuluu perusaineisto, joka koostuu yhdellä lähtöisyysalueella sijaitsevasta siemenlähteestä tai metsiköstä. *Valikoitu*-luokkaan kuuluva perusaineisto koostuu fenotyypin perusteella valitusta metsiköstä. Nämä siemenkeräysmetsiköt on rekisteröity KTTK:n ylläpitämään

Siemenviljelys 111 Leppäniemi

Puulaji:	<i>Picea abies</i>
Omistaja:	Tapio
Perustamisvuosi:	1966
Sijaintikunta:	Kangasniemi
Sijainti:	61°56'N, 26°41'E, 100 m
Lämpösummat:	
Siemenviljelys	1184 d.d.
Alkuperien ka.	1200 d.d.
Käyttöalue	1060 - 1260 d.d.
Aineiston luokka:	alustavasti testattu
Klooneja: kpl	57
Pinta-ala:	10,4 ha
Istutusväli:	5 x 5 m
Tiheys: vartetta / ha	310
Harvennettu:	
Lisätietoja:	

- Siemenviljelys
- Käyttöalue
- Pluspuu
- 2-5 pluspuuta
- Yli 5 pluspuuta
- 1-6 Jalostusvyöhyke



Kuva 2.

Esimerkki kuusen siemenviljelyksen (Sv111 Leppäniemi) käyttöaluekartasta.

perusaineistorekisteriin. *Alustavasti testattu* -luokkaan kuuluu perusaineisto, joka muodostuu sellaisista siemenviljelyksistä, perheen vanhemmista, klooneista tai klooniyhdistelmistä, joiden yksilöt on valittu fenotyypin perusteella (taulukko 1). *Testattu*-luokkaan kuuluvien perusaineistotyyppien paremmuus on osoitettu vertailukokeilla tai yksilöiden jalostusarvon perusteella.

Metsänviljelyaineiston tuottamiseen saa käyttää vain sellaista perusaineistoa, joka täyttää EU:n alueelle yhteisesti sovitut vaatimukset (direktiivin liitteet II-V) ja jonka KTTK tai EU:n toisen jäsenvaltion toimivaltainen viranomais on hyväksynyt ja luokitellut.

Taulukko 1. Metsänviljelyaineiston luokat, joihin kuuluvaa erityyppistä aineistoa saa pitää kaupan. Sallitut yhdistelmät on merkitty taulukkoon X:lla. Taulukkoon on sijoitettu käytöstä poistuneen luokituksen mukaiset koodit¹, joita ei saa käyttää. Metsänviljelyaineistoluokkia kuvataan myös väreillä, joita tulee käyttää pohjaväriä taimietiketissä, jos värillisiä etikettejä käytetään. Värit ovat seuraavat: siemenlähde tunnettu (keltainen), valikoitu (vihreä), alustavasti testattu (vaalean punainen) ja testattu (sininen).

Metsänviljelyaineiston luokka				
Perusaineiston tyyppi	Siemenlähde tunnettu	Valikoitu	Alustavasti testattu	Testattu
Siemenlähde	x (B3, B4) ¹			
Metsikkö	x (B3, B4) ¹	x (B1, B2) ¹		x
Siemenviljelys			x (A2, A3) ¹	x (A1) ¹
Perheen (perheiden) vanh.			x	x
Klooni			x (C2, C3, C4) ¹	x (C1) ¹
Kloonisekoitus			x (C2, C3, C4) ¹	x

¹ Käytöstä poistuneen luokituksen mukaiset koodit, joita ei saa käyttää

A1 testattu aineisto

A2 siemenviljelyksiltä saatu aineisto

A3 nuorista siemenviljelyksistä saatu aineisto

B1 erityisesti valittu aineisto

B2 valikoitu aineisto

B3 metsikkökeräysaineisto

B4 aluekeräysaineisto

C1 testattu kloonianeisto

C2 alustavasti testattu kloonianeisto

C3 valikoitu kloonianeisto

C4 erkoiskloonianeisto

Kantatodistus

KTTK tai toisen jäsenvaltion vastaava viranomainen antaa kantatodistuksen, jolla vahvistetaan siemenien ja taimien alkuperä sekä luokitellaan aineisto sen perinnöllisen laadun perusteella luokkiin. Kaikella markkinoitavalla metsänviljelyaineistolla täytyy olla kantatodistus. Tiedot myönnettyistä kantatodistuksista löytyvät KTTK:n rekisteristä.

KTTK:n tehtävänä on valvoa, että siementen ostajalle annettavat alkuperätiedot ovat oikein. Valvontaa varten metsänviljelyaineiston toimittajan on viimeistään kaksi viikkoa ennen siemenkeräyksen aloittamista tehtävä KTTK:lle ilmoitus siemenkeräyksen aloittamisesta. Ilmoituslomake löytyy KTTK:n kotisivulta osoitteesta <http://www.kttk.fi/> (metsänviljely). Karistamoille tulevien käpyerien tulee olla asianmukaisesti luokiteltu ja merkitty. Siemenerän kantatodistusta on haettava viimeistään kolmen kuukauden kuluessa karistuksen ja siemenerän puhdistuksen päättymisestä.

Myös kasvullisesti lisätyille klooneille ja kloonyhdistelmille on haettava kantatodistus hyvissä ajoin ennen taimien markkinointia.

Tuotantokirjanpito

Uusi lainsäädäntö velvoittaa metsänviljelyaineiston toimittajat pitämään tuotantokirjanpitoa. Tuotantokirjanpidon tulee sisältää metsänviljelyaineiston toimittajan nimen, toiminimen, tiedot metsänviljelyaineiston määrästä sekä tiedon siitä, kenelle metsänviljelyaineisto oli markkinoitu. Taimien tuotannon osalta tuotantokirjanpidon tulee sisältää metsänviljelyaineiston yksilöintitiedot sekä taimien oston, markkinoinnin ja maahantuonnin osalta ostajalle annettavat tiedot.

Metsänviljelyaineiston yksilöinti ja erillään pitäminen

Metsänviljelyaineiston erillään pitämisen ja yksilöinnin sekä ostajalle annettavien tietojen osalta uusi lainsäädäntö on selvästi aikaisempaa tiukempi. Metsänviljelyaineiston tuotantoasiakirjoista ilmenevät yksilöintitiedot on koottu liitteeseen 1. Metsänviljelyaineistoerät on kaikkien tuotannon vaiheiden aikana pidettävä erillään ja niistä on pystyttävä esittämään säädetyt tiedot.

Taimien ja siementen laatu- vaatimukset

Taimien laatuvaatimuksiin ei ole tullut suuria muutoksia. Taimien on oltava terveitä, elinvoimaisia sekä muutoinkin metsänviljelyyn soveltuvia. Taimi ei täytä näitä vaatimuksia, jos:

- 1) taimessa on elinvoimaa heikentäviä kasvintuhoojia tai niiden vioituksia;
- 2) taimen juuristo tai verso on voimakkaasti kaareutunut, juuristo on haitallisesti kiertynyt tai puutteellisesti kehittynyt taikka paakkutaimen juuristo ei riittävästi sido paakkua;
- 3) taimen latvakasvain ei ole normaali tai taimi on voimakkaasti haaroittunut; tai
- 4) taimessa on haitallisia kuorivikoja, repeytymiä taikka paleltumis- tai kuivumisvaurioita.

Taimierässä saa olla yksittäisiä taimia, jotka eivät täytä em. laatuvaatimuksia, enintään 5 % taimien määrästä.

Metsänviljelyaineistosta annettavat tiedot

Metsänviljelyaineistoerän pakkauksessa tai erää seuraavissa asiakirjoissa on ostajalle annettava taimierien osalta liitteessä 2 ja siemenerien osalta liitteessä 3 olevat tiedot. Taimierällä tarkoitetaan yhdestä siemenerästä peräisin olevaa tai kasvullisesti lisättyä taimijoukkoa, joka on kasvatettu rajattavissa olevalla alueella ja jota on käsitelty yhtenäisesti. Pituudeltaan muusta taimierästä poikkeavat taimikasvuston osat voidaan rajat omaksi taimieräkseen. Taimien pituuslajittelu ei kuitenkaan ole sallittua.

Risto Rikala (23.1.2003) on laatinut etikettiehdotukset eri metsänviljelyaineistoluokkia edustaville taimierille (kuva 3). Etikettien pohjavärit ovat EU-direktiivin mukaisia. Etikettien värit eivät ole pakollisia, mutta jos värillistä pohjaa käytetään, tulee värin olla oikea.

Aineiston markkinointi toiseen EU-maahan

Markkinoitaessa metsänviljelyaineistoa Suomesta johonkin toiseen EU-maahan tulee metsänviljelyaineiston toimittajan toimittaa KTTK:lle tiedot markkinoitavasta aineistosta lomakkeella

<p>Tunturitaimi Oy Sientie 1, 0X000 Kelovaara. Puh. 020 002 0011</p> <p>Kasvatuspaikka: Sodankylä Kantatodistuksen koodi: EY/FIN/ G4-72-555 Taimierän numero: T02/092 Puulaji: Mänty Pinus sylvestris</p> <p>Taimien ikä ja tyyppi: 1 v, paakku (PL256) Määrä pakkauksessa: 256 kpl Mv-aineiston luokka: Siemenlähde tunnettu Perusaineisto - tyyppi: Siemenlähde - rekisteriviite: - - lähtöisyysalue: Mänty 9 - sijainti: 67°20'-67°40'N, 25°10'-25°30'E, Kittilä</p> <p>- alkuperäisyys: Tunteamaton - levinneisyys: - Käyttötarkoitus: Metsätalous Käyttöalue (lämpösumma) - Keski- /vähimmäispituus: 8 cm/ 5 cm Kasvatustiheys: 1600 kpl/m²</p> <p>Pakkaus pvm: 20.6.2003 Pakkasvarastointi päättyi - Lähetys pvm: 23.6.2003</p>	<p>Lehtipuu Oy Leppäkuja 1, 0X000 Koivuharju. Puh. 020 001 0001</p> <p>Kasvatuspaikka: Suonenjoki Kantatodistuksen koodi: EY/FIN/T03-00-0043 Taimierän numero: L02/097 Puulaji: Rauduskoivu Betula pendula</p> <p>Taimien ikä ja tyyppi: 2 v, paljasjuuri (p+1) Määrä: 100 kpl Mv-aineiston luokka: Valikoitu Perusaineisto - tyyppi: Metsikkö - rekisteriviite: Sk 1274 - lähtöisyysalue: Rauduskoivu 2 - sijainti: 63°29'N, 26°38'E, Kiuruvesi - alkuperäisyys: Alkuperäinen - levinneisyys: Luontainen levinneisyysalue Käyttötarkoitus: Metsätalous Käyttöalue (lämpösumma) - Keski- /vähimmäispituus: 77 cm/ 49 cm Kasvatustiheys: -</p> <p>Pakkaus pvm: 11.10.2002 Pakkasvarastointi päättyi 9.5.2003 Lähetys pvm: 13.5.2003</p>
<p>Oy Taimiplant Ab Närekuja 1, 0X000 Taimela. Puh. 020 001 0001</p> <p>Kasvatuspaikka: Luhanka Kantatodistuksen koodi: EY/FIN/ M29-98-0010 Taimierän numero: TP02/006 Puulaji: Kuusi Picea abies</p> <p>Taimien ikä ja tyyppi: 2 v, paakku, (BCC64s) Määrä pakkauksessa: 64 kpl Mv-aineiston luokka: Alustavasti testattu Perusaineisto - tyyppi: Siemenviljely - rekisteriviite: Sv 235 - lähtöisyysalue: - - sijainti: 60°55'N, 26°13'E - alkuperäisyys: - - levinneisyys: - Käyttötarkoitus: Metsätalous Käyttöalue (lämpösumma) 1020-1220 d.d. Keski- /vähimmäispituus: 26/16 cm Kasvatustiheys: 431 kpl/m²</p> <p>Pakkaus pvm: 22.10.2002 Pakkasvarastointi päättyi 2.6.2003 Lähetys pvm: 4.6.2003</p>	<p>Oy Taimiplant Ab Närekuja 1, 0X000 Taimela. Puh. 020 001 0001</p> <p>Kasvatuspaikka: Nummijärvi Kantatodistuksen koodi: EY/FIN CM28-03-01 Puulaji: Hybridahaapa <i>Populus x wettsteini</i></p> <p>Taimien ikä ja tyyppi: 1 v, paakku (PL25) Määrä: 81 kpl Mv-aineiston luokka: Alustavasti testattu Perusaineisto - tyyppi: Klooni - rekisteriviite: C05-99-8 - lähtöisyysalue: - - sijainti: 60°37'N, 24°17'E, Loppi - alkuperäisyys: - - levinneisyys: - Käyttötarkoitus: Metsätalous Aineisto on lisätty kasvullisesti juuripistokkaista Käyttöalue (lämpösumma) 1100-1300 d.d. Keski- /vähimmäispituus: 80/50 cm Kasvatustiheys: 546 kpl/m²</p> <p>Pakkaus pvm: 22.10.2002 Pakkasvarastointi päättyi 2.6.2003 Lähetys pvm: 4.6.2003</p>

Kuva 3.

Etikettimallit eri metsänviljelyaineiston luokkia edustaville kuvitteellisille taimierille. Etikettimallit on laadittu Risto Rikalan (23.1.2002) ehdotuksen pohjalta. Etiketien pohjavärit ovat uusien säädösten mukaiset. Taimietiketien ei tarvitse olla värillisiä. Jos värillisiä etikettiä käytetään, tulee värien kuitenkin olla oikeita. Värit ovat seuraavat: siemenlähde tunnettu (keltainen), valikoitu (vihreä), alustavasti testattu (vaalean punainen) ja testattu (sininen).

(Information Document), joka löytyy KTTK:n kotisivulta <http://www.kttk.fi/> (metsänviljely). KTTK toimittaa lomakkeen edelleen muiden jäsenmaiden viranomaisille.

Taimituotannon, varastoinnin ja markkinoinnin valvonta

Tarkastuksen tavoite

Vuoden 2003 tarkastuksen tavoitteena oli selvittää, miten uuden lain vaatimukset toteutuivat taimituotannon, varastoinnin ja markkinoinnin osalta. Tarkastuskohteena olivat rekisteröinti, tuotantokirjanpito, metsänviljelyaineiston erillään pito ja yksilöinti, ostajalle annettavat tiedot ja taimien laatu. Tavoitteena oli tarkastaa kaikki suuret (kasvihuonepinta ala yli 10 000 m²), joka toinen keskisuuri (kasvihuonepinta ala 5 000-10 000 m²), ja joka kolmas pieni taimitarha (kasvihuonepinta ala alle 5 000 m²). Lisäksi tarkastettiin taimien pakkasvarastoja.

Tarkastusmäärät

Keväällä 2003 tarkastettiin yhteensä 41 taimitarhaa ja 6 taimivarastoa. Toimipisteissä tarkastettiin rekisteröitymistä, tuotantokirjanpitoa, erillään pitoa ja yksilöintiä sekä taimien laatua. Taimien laatu tarkastettiin 68 taimierästä, joista tarkastettiin yhteensä 9 400 tainta.

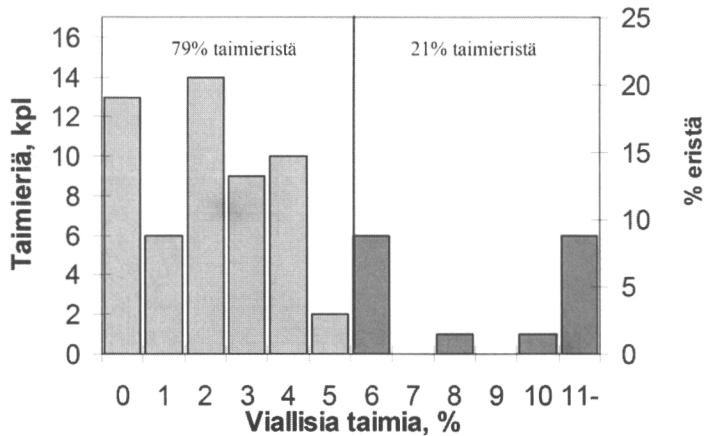
Tarkastustulos

Kaikki tarkastetut metsänviljelyaineiston toimittajat olivat rekisteröityneet metsänviljelyaineiston toimittajarekisteriin. Rekisterin ilmoitetut tiedot olivat kuitenkin puutteellisia joka neljännellä toimijalla (taulukko 2). Tarkastuksen yhteydessä puutteel-

Taulukko 2. Tarkastustilasto taimituotannon, varastoinnin ja markkinoinnin valvonnasta.

Tarkastuskohde	Tarkastuskohteita	Huomautukset	
	kpl	kpl	%
Rekisteröityminen	42	10	24
Tuotantokirjanpito (markkinointi)	42	8	19
Erillään pitäminen ja yksilöinti	42	13	31
Ostajalle annettavat tiedot	42	20	48
Taimien laatu	40	13	33
Yhteensä	208	64	31

Kuva 4.
Taimierien laatu
kevään 2003
taimitarha-
tarkastuksissa.



liset tiedot korjattiin ja niistä annettiin toimijalle huomautus. Säädösten mukaan metsänviljelyaineiston toimittaja on velvollinen ilmoittamaan toiminnassa tapahtuvista oleellisista muutoksista. Ilmoitukset annetaan KTTK:n kotisivulta <http://www.kttk.fi/> (metsänviljely) löytyvällä lomakkeella.

Taimierien markkinointiin liittyvä tuotantokirjanpito, josta selvisi kenelle metsänviljelyaineistoerät oli markkinoitu, oli puutteellinen tai puuttui kokonaan joka viidennellä tarkastetulla metsänviljelyaineiston toimittajalla (taulukko 2). Yleisin puute oli kirjanpidon puuttuminen. Tämä puute oli tyypillinen etenkin pienille toimittajille, jotka markkinoivat taimia vain yhdelle tai kahdelle välittäjälle. Kirjanpitovastuu oli virheellisesti siirretty taimien välittäjälle.

Useimmilla taimituottajilla taimierät olivat asianmukaisesti yksilöityjä ja tarvittavat tiedot löytyivät tuotantoasiakirjoista. Tiedot olivat kuitenkin hajallaan ja niitä piti etsiä useista eri lähteestä kuten kasvatuskorteista, siemenkorteista ja kantatodistuskopioista. Tiedot tulisi koostaa yhteen asiakirjaan tai tietojärjestelmään. Keväällä 2003 kylvettyjen taimierien yksilöinnissä ja erillään pidossa oli puutteita joka viidennellä taimitarhalla (taulukko 2).

Ostajalle annettavissa tiedoissa oli puutteita lähes joka toisella metsänviljelyaineiston toimittajalla (taulukko 2). Yleisin puute oli asianmukaisen etiketin tai asiakirjan puuttuminen. Huomautettavaa oli erityisesti käsitteissä ja merkintöjen sisällössä. Erityisen yleistä tämä oli pienillä taimituottajilla. Isojen taimiyhtiöiden osalta etiketit ja asiakirjat olivat selvästi paremmalla tasolla.

Keväällä 2003 markkinoitujen taimien laadussa oli puutteita. Tarkastetuista 9400 taimesta 3,5 % oli viallisia. Tarkastettujen taimierien keskimääräinen hylkäysprosentti oli 4,2 %. Joka viides tarkastettu taimierä sisälsi viallisia taimia yli säädösten salliman määrän (kuva 4). Noin 10 % tarkastetuista eristä määrättiin uudelleen lajiteltavaksi.

Säädösten vastaisia taimia löytyi otoksesta yhteensä 328 kpl. Noin 30 % viallisista taimista oli kasvintuhoojien vioittamia (taulukko 3). Kasvintuhoajista yleisimpiä olivat sienitaudit kuten tyvi- ja versolaikku koivulla ja harmaahome kuusella. Eläinten aiheuttamista tuhoista myyrätuhot olivat yleisiä. Puutteellisesti kehittynyt juuristo, joka ei sitonut riittävästi paakkua, oli sienituhojen jälkeen yleisin taimien hylkäämisen syy. Taimien verson voimakas kaareutuminen tai haaroittuminen oli syynä taimien hylkäämiseen 17 prosentissa tapauksista. Lämmintä syksyä seuranneet pakkaset sekä kevätahava aiheuttivat paljon harmia taimikasvatäjille. Reilu viidennes hylätyistä taimista oli pakkasen tai ahavan vioittamia. Alamittaisia taimia oli 4 % hylätyistä taimista.

Useiden taimierien ilmoitettu keskipituus poikkesi voimakkaasti mitatusta. Suurimmat havaitut poikkeamat olivat 5-10 cm:n suuruisia. Pitkien taimien osalta ilmoitettu keskipituus oli selvästi pienempi kuin tarkastuksessa havaittu. Taimien mittaamiseen olisi hyvä sopia yhteiset pelisäännöt.

Taulukko 3. Tarkastustilasto taimien vioista.

Taimien viat	kpl	%
Kasvintuhoajat tai niiden vioitukset	103	31
a) hyönteiset	1	0
b) sienet	77	23
c) eläimet	25	8
Juuristo	69	21
d) voimakkaasti kaareutunut	1	0
e) haitallisesti kiertynyt	0	0
f) puutteellisesti kehittynyt	1	0
g) ei sido riittävästi paakkua	67	21
Verso ja latvakasvain	54	17
h) verso on voimakkaasti kaareutunut	19	6
i) latvakasvain oli epänormaali	0	0
j) taimi on voimakkaasti haaroittunut	35	11
Kuori	73	22
k) haitallisia kuorivikoja	12	4
l) repeytymiä	1	0
m) paleltumisvaurioita	32	10
n) kuivumisvaurioita	28	9
Muu vika	17	5
o) alle ilmoitetun minimipituuden	13	4
p) muu, mikä?	4	1
Säädösten vastaisia taimia yhteensä	328	3,49
Tarkastettuja taimia	9 400	

Tuotantokirjanpidon, taimien erillään pidon ja yksilöinnin sekä ostajalle annettavien tietojen osalta tilanne oli suurten taimitoimittajien osalta kohtalaisen hyvä ja pienillä korjauksilla se saadaan täysin vastamaan lain vaatimuksia. Pienten tuottajien osalta nämä lain vaatimukset toteutuivat huonommin. Taimien laadun osalta vuosi oli vaikea, sillä erilaisia tuhoja esiintyi paljon ja joka viides taimierä sisälsi viallisia taimia yli sallitun. Taimien lajittelun tasossa oli taimituottajien välillä paljon vaihtelua. Lajitteluun ja uusien lajittelijoiden opastamiseen tulee jatkossa kiinnittää nykyistä enemmän huomiota.

Siemenkeräysten valvonta

Tarkastuksen tavoite

Laki metsänviljelyaineiston kaupasta tuli voimaan 1.1.2003 kesken siemenkeräyskauden. Siemenkeräykset on kuitenkin pyrittävä ohjeistamaan yhteistyössä alan toimijoiden ja KTTK:n kesken siten, että uuden lain asettamat vaatimukset täyttyvät.

Kevään 2003 siemenkeräysten tarkastuksen painopistealueeksi valittiin Pohjois-Suomi. Pohjois-Suomessa 2002 tuleentunut männyn siemensato oli laadultaan ja määrältään hyvä. Hyviä siemensatoja toistuu Lapin oloissa noin kerran kymmenessä vuodessa tai harvemmin. Pohjois-Suomessa järjestettiin talvella 2002—2003 siemenkeräys, jonka tavoitteena on turvata siementen saatavuus keräysalueen eteläosissa seuraavaksi 10 vuodeksi ja pohjoisosissa 20 vuodeksi. Pohjois-Suomen siemenkeräyksen rahoittaa Maa- ja metsätalousministeriö ja keräyksen organisoii Metsähallitus. Keräystavoitteet oli määritelty lähtöisyysalue- ja kuntakohtaisesti. Käytännön keräystyöstä vastaa metsähallituksen henkilöstö ja metsänhoitoyhdistykset. Varmuusvarastoon tehtävän keräyksen lisäksi Pohjois-Suomessa eräät metsänhoitoyhdistykset keräävät ja karistuttavat siemeniä omaan käyttöönsä. Lisäksi Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio järjesti siemenkeräyksiä Lapin etelä- ja länsiosissa sekä Kainuussa, jossa siementä ei kerätä yhteiskunnan toimesta.

Tarkastuksen tavoitteena oli selvittää, miten uuden lain asettamat vaatimukset täyttyvät Pohjois-Suomen siemenkeräyksen osalta. Pohjois-Suomi valittiin tarkastuksen painopistealueeksi tällä keräyskaudella, koska siemenkeräys toteutettiin poikkeuksellisen laajana.

Tarkastusmäärät ja -tulos

Pohjois-Suomen siemenkeräysten tarkastuskierroksella tarkastettiin 37 karistamaa, käpyvarastoa, keräyskohdetta tai muuta toimipistettä, jotka kuuluivat 17 eri metsänviljelyaineiston toimittajalle.

Metsänviljelyaineiston toimittajat olivat rekisteröityneet KTTK:n ylläpitämään metsänviljelyaineiston toimittajarekisteriin kahta toimittajaa lukuun ottamatta (taulukko 4). Puutteet korjattiin välittömästi. Metsänviljelyaineiston toimittajat olivat huonosti tietoisia velvollisuudestaan tehdä siemenkeräysilmoitus. Keräysilmoituksesta annettiin huomautus joka toiselle metsänviljelyaineiston toimittajalle. Siemenkeräysilmoitukset oli tehty siemenkeräyksen aloittamisen jälkeen. Säädökset vaativat, että ilmoitukset jätetään vähintään kaksi viikkoa ennen siemenkeräyksen aloittamista.

Metsänviljelyaineiston erillään pitämistä ja yksilöintiä tarkastettiin 20 kohteessa, joista huomautettavaa löytyi 11 kohteessa (taulukko 4). Kaikki huomautukset koskivat käpysäkkien merkintöjä. Useimmissa tapauksissa käsitteet siemenlähde ja metsikkö oli ymmärretty väärin tai osa merkinnöistä puuttui. Puutteet olivat pieniä ja ne eivät aiheuttaneet sekaannusvaaraa, sillä kaikki aineistot oli merkitty oikein lähetyslistoissa. Lisäksi oikea luokitus kävi ilmi käpykorteissa olevasta koodista. Lähtöisyysaluekäsite oli hyvin omaksuttu ja sen osalta ei ollut huomautettavaa.

Kokonaisuutena Pohjois-Suomen siemenkeräykset olivat hyvin ja selkeästi ohjeistettu ja toiminta oli hyvin organisoitu. Käpysäkeissä olevien etiketit ja muut asiakirjat sisälsivät uuden lainsäädännön mukaisten kantatodistusten kirjoittamiseen tarvittavat tiedot.

Taulukko 4. Tarkastustilasto siemenkeräysten valvonnasta.

Tarkastuskohde	Tarkastuskohteita	Huomautukset	
	kpl	kpl	%
Rekisteröityminen	15	2	13
Tuotantokirjanpito (markkinointi)	14	0	0
Siemenkeräysilmoitukset	14	8	57
Erillään pitäminen ja yksilöinti	20	11	55
Siementen pakkaus	18	0	0
Yhteensä	81	21	26

Liite 1

Metsänviljelyaineiston yksilöintitiedot (tuotantoasiakirjat):

1. kantatodistuksen koodi ja numero;
2. puulajin kasvitieteellinen nimi ja Suomessa tuotetun aineiston suomen- tai ruotsinkielinen nimi;
3. metsänviljelyaineiston luokka;
4. metsänviljelyaineiston käyttötarkoitus;
5. perusaineiston tyyppi;
6. perusaineiston rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnistekoodi;
7. luokkaan siemenlähde tunnettu kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä sen pituus- ja leveysvyöhykkeet, luokkaan valikoitu kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä pituus- ja leveysasteen mukaan määritelty maantieteellinen sijainti ja luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvan perusaineiston tarkka maantieteellinen sijainti;
8. tieto siitä, sijaitseeko perusaineisto lajin alkuperäisellä tai luontaisella levinneisyysalueellaan vai onko sen alkuperä tuntematon; muutoin alkuperä ilmoitetaan, jos se on tiedossa;
9. alkuperäluokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvasta perusaineistosta tuotettavan metsänviljelyaineiston käyttöalue;
10. testatun aineiston osalta tieto siitä, onko aineistoa muunnettu geenitekniikalla;
11. siemenyksiköiden osalta siementen tuleentumisvuosi; sekä
12. taimien ikä ja taimityyppi.

Liite 2

Taimen ostajalle annettavat tiedot (etiketti tai asiakirja):

1. metsänviljelyaineiston toimittajan nimi tai toiminimi;
2. kantatodistuksen koodi ja numero;
3. puulajin kasvitieteellinen nimi ja Suomessa tuotetun aineiston suomen- tai ruotsinkielinen nimi;
4. taimien ikä ja taimityyppi;
5. metsänviljelyaineiston määrä;
6. metsänviljelyaineiston luokka;
7. perusaineiston tyyppi;
8. perusaineiston rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnistekoodi;
9. luokkaan siemenlähde tunnettu kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä sen pituus- ja leveysvyöhykkeet, luokkaan valikoitu kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä pituus- ja leveysasteen mukaan määritelty maantieteellinen sijainti ja luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvan perusaineiston tarkka maantieteellinen sijainti;
10. tieto siitä, onko perusaineisto alkuperäistä, muuta kuin alkuperäistä vai onko sen alkuperä tuntematon, sekä sijaitseeko perusaineisto luontaisella levinneisyysalueellaan tai muulla kuin luontaisella levinneisyysalueellaan. Muun kuin alkuperäisen tai muulla kuin luontaisella levinneisyysalueellaan olevan perusaineiston osalta merkitään tieto alkuperästä, jos se on tiedossa;
11. metsänviljelyaineiston käyttötarkoitus;
12. testatun aineiston osalta tieto siitä, onko aineistoa muunnettu geeniteknikalla; sekä
13. tarvittaessa merkintä kasvullisesta lisäyksestä.

Suomessa tuotetusta ja markkinoitavasta metsänviljelyaineistosta on lisäksi annettava seuraavat tiedot:

14. luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvan aineiston käyttöalue;
15. taimierän keskipituus ja yksittäisen taimen vähimmäispituus taimierässä sekä paakkutaimien kasvatustiheys;
16. kylmä- tai pakkasvarastoiduista taimista varastoinnin päättymisaika; sekä
17. lähetyspäivä ja suljettaviin pakkauksiin pakattujen taimien osalta pakkauspäivä.

Liite 3

Siemenerästä annettavat tiedot (etiketti tai asiakirja):

1. metsänviljelyaineiston toimittajan nimi tai toiminimi;
2. puulajin kasvitieteellinen nimi ja Suomessa tuotetun aineiston suomen- tai ruotsinkielinen nimi;
3. metsänviljelyaineiston määrä;
4. kantatodistuksen koodi ja numero
5. perusaineiston rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnistekoodi;
6. perusaineiston tyyppi;
7. metsänviljelyaineiston luokka;
8. luokkaan siemenlähde tunnettu kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä sen pituus- ja leveysvyöhykkeet, luokkaan valikoitu kuuluvan perusaineiston lähtöisyysalue sekä pituus- ja leveysasteen mukaan määritelty maantieteellinen sijainti ja luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvan perusaineiston tarkka maantieteellinen sijainti;
9. tieto siitä, onko perusaineisto alkuperäistä, muuta kuin alkuperäistä vai onko sen alkuperä tuntematon, sekä sijaitseeko perusaineisto luontaisella levinneisyysalueellaan tai muulla kuin luontaisella levinneisyysalueellaan. Muun kuin alkuperäisen tai muulla kuin luontaisella levinneisyysalueellaan olevan perusaineiston osalta merkitään tieto alkuperästä, jos se on tiedossa;
10. testatun aineiston osalta tieto siitä, onko aineistoa muunnettu geenitekniikalla:
11. metsänviljelyaineiston käyttötarkoitus;
12. siementen tuleentumisvuosi;
13. puhtaan siemenen, muiden siementen ja roskien prosenttiosuus siemenerän painosta. Muiden siementen ja roskien prosenttiosuutta ei tarvitse ilmoittaa, jos muiden siementen osuus on alle 0,05 prosenttia siemenerän painosta;
14. puhtaan siemenen itävyysprosentti taikka mikäli sen arvioiminen on mahdotonta tai käytännössä vaikeaa, yksilöidyllä menetelmällä arvioitu elinkykyisten siementen prosenttiosuus;
15. puhtaan siemenen tuhatjyväpaino; sekä
16. itävien siementen määrä kilogrammassa siemeniä taikka, jos itävien siementen määrää on mahdotonta tai käytännössä vaikea arvioida, elinkykyisten siementen määrä kilogrammaa kohden;

(Kohtien 13 ja 15 tietoja ei kuitenkaan tarvitse ilmoittaa haavan, koivun ja lepän siemenistä)

Suomessa tuotetusta ja markkinoitavasta metsänviljelyaineistosta on lisäksi annettava ostajalle seuraavat tiedot:

17. luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvan aineiston käyttöalue; ja
18. siementen idätystestin päivämäärä ja lähetyspäivä.

Taimi
Määrä pak...
Mv-aineiston luok...
Perusaineisto
- tyyppi
- rekisteriviite
- lähtöisyysalue
- sijainti
Sle...
Mä... y 9
67°20'-67°40'N, 2
Kittilä
Tuntematon
-
Metsätalous
- alkuperäisyys
- levinneisyys
Käyttötarkoitus:
Käyttöalue (lämpösumma) - 8 cm/ 5 cm
Keski- /vähimmäispituus: 1600 kpl/m²
Kasvatustiheys: 20.6.200
Pakkaus pvm: -
Pakkasvarastointi päättyi - 23.6.2
Lähetys pvm:

Lehtipuu Oy
Leppäkuja 1, 0X000 Koivuharju. Puh. 020 001 00

Kasvatuspaikka:
Kantatodistuksen koodi:
Taimierän numero
Puulaji:
Suonenjoki
EY/FIN/T03-00-004
L02/097
Rauduskoivu
Betula pendula
2 v, paljasjuuri
100 kpl
Valikoitu

Taimien ikä ja tyyppi:
Määrä:
Mv-aineiston luokka:
Perusaineisto
- tyyppi
- rekisteriviit
Metsikkö
Sk 1274
Raudusk...
63°29'N
Alkuper...
Luonta...
Metsä...
77

aimela. Puh. 020 001 0001
koodi: Nummijärvi
EY/FIN CM28-03-01
Hybridahaapa
Populus x wettsteinii

ja tyyppi: 1 v, paakku (PL25)
81 kpl
Alustavasti testattu
on luokka: Kloon
C05-99-8
eisto: 60°37'N, 24°17'E, Loppi

eriviite
isyysalue
inti
uperäisyys
vinneisyys
äyttötarkoitus:
aineisto on lisätty kasvullisesti juuripistokkaista
Käyttöalue (lämpösumma) 1100-1300 d.d.
Keski- /vähimmäispituus: 80/50 cm
tiheys: 546 kpl/m²
Metsätalous
22.10.2002
0003