

Taimiuutiset



1/2010



Metsäntutkimuslaitos

Yhteistyössä mukana

Fin Forelia Oy

Hermannin aukio 3E
PL 1058
70100 Kuopio

Ab Mellanå Plant Oy

Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Pohjan Taimi Oy

Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

Taimi-Tapio Oy

Näsinlinnankatu 48 D
PL 97
33101 Tampere

UPM Metsä

Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

Taimitarhojen tietopalvelu
toimittaa Taimiuutiset-lehteä,
järjestää alan kursseja sekä
julkaisee oppaita.

Taitto

Eija Lappalainen

Kansikuva

Metla/Erkki Oksanen

Kirjoittajat

Johannes Hahl

Kasvinsuojeluteollisuus ry
PL 4, 00131 Helsinki
Johannes.Hahl@chemind.fi

Jarkko Hantula, Metla

Etelä-Suomen alueyksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Jarkko.Hantula@metla.fi

Juha Heiskanen, Metla

Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki
Juha.Heiskanen@metla.fi

Samuli Kempainen, Metla

Pohjois-Suomen alueyksikkö
Muhos, Kirkkosaarentie 7
91500 Muhos
Samuli.Kempainen@metla.fi

Eero Kubin, Metla

Pohjois-Suomen alueyksikkö
Muhos, Kirkkosaarentie 7
91500 Muhos
Eero.Kubin@metla.fi

Marja-Leena Napola, Metla

Etelä-Suomen alueyksikkö
Haapastensyrjä
Haapastensyrjäntie 34
12600 Läyliäinen
Marja-Leena.Napola@metla.fi

Maire Nissi

Piilolantie 4 D 17, 91410 Jokirinne
Maire.Nissi@luukku.com

Päivi Parikka

Maa- ja elintarviketalouden
tutkimuskeskus
Kasvintuotannon tutkimus
31600 Jokioinen
Paivi.Parikka@mtt.fi

Toimittaja Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Marja.Poteri@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö

Arja Lilja, Metla

Etelä-Suomen alueyksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Arja.Lilja@metla.fi

Jaana Luoranen, Metla

Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki
Jaana.Luoranen@metla.fi

Marja Poteri, Metla

Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki
Marja.Poteri@metla.fi

Saara Rautiola

Takalontie 119, 86510 Matkaniva
Saara.Rautiola@kotinet.com

Anna Rytönen, Metla

Etelä-Suomen alueyksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Anna.Rytönen@metla.fi

Timo Saksa, Metla

Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki
Timo.Saksa@metla.fi

Reijo Seppänen, Metla

Pohjois-Suomen alueyksikkö
Paljakan ympäristönäytepankki
Paljakka, 89140 Kotila
Reijo.Seppanen@metla.fi

Reijo Solantie

Sylvestrintie 3 B, 00370 Helsinki

Oili Tarvainen, Metla

Pohjois-Suomen alueyksikkö
Muhos, Kirkkosaarentie 7
91500 Muhos
Oili.Tarvainen@metla.fi

Saila Varis, Metla

Etelä-Suomen alueyksikkö
Vantaa, PL 18, 01301 Vantaa
Saila.Varis@metla.fi

Tilaukset

Tilaushinta vuodeksi 2010 on
35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy
neljä kertaa vuodessa. Tilaukset
toimittajalta tai verkkolomak-
keella [http://www.metla.fi/
metinfo/taimitieto/index.htm](http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm).

ISSN 1455-7738, 2010
Hansaprint Direct Oy, Vantaa

Metsät ja taimikot Suomen talvessa

Reijo Solantie

Ilmasto on päätekijä, joka määrittelee havumetsävyöhykkeen sijainnin maapallolla. Toisaalta havumetsät muokkaavat alailmakehän ilmastoa omaksi parhaakseen – etenkin lämpötilaa, sillä havumetsävyöhykkeessä lämpö on minimitekijä paljon suuremmassa määrin kuin sademäärä.

Lumipeite estää maahan kesällä varastoituneen lämmön karkaamista taivaalle, onhan se erinomainen eriste. Metsät muuttavat auringonsäteilyn energiaa havaittavaksi lämmöksi eli ilman lämmittämiseen varsin tehokkaasti. Havumetsä on kasvillisuusmuoto, joka heijastaa lyhytaaltoisesta auringonsäteilystä kesällä vain noin 10 %. Kevättalven pakkasäilläkin auringonsäteilystä heijastuu metsissämme vain noin 20 %, sillä auringon ollessa alempana kuin kesällä, ei säteilyllä kovin hyvin metsänpohjan lumipeitteeseen asti.

Talvella puut ovat lepotilassa, niin ettei energiaa hukkaannu edes haihduntaan. Näin havumetsät lämmittävät helmikuun lopusta alkaen arktisilta jääkentiltä purkautuvaa purevan kylmää ilmaa. Korkea ja järeä puusto hidastaa myös öisin lämpötilan laskua, sillä ulossäteilyn latvustasolla jäädyttämä ilma sekoittaa vaipueensa puiden välisen ilmatilan aika tasalämpöiseksi, niin ettei korkeassa puustossa pääse muodostumaan lumen päälle hyvin kylmän ilman kerrosta kuten vähäpuustoisilla paikoilla.

Lumen kevätsulamiskauden aletua on selkeillä ja vähätuulisilla

säillä tavallista, että päivällä lumen pintakerrokseen syntynyt sulavesi jäätyy yöllä hankiaiseksi. Jäätyminen tuottaa yöllä lämpöä. Koska tämä lämpö jää alimpaan ilmakerrokseen, ei kovia yöpakkasia enää voi sattua. Tämä mahdollistaa sen, että talvilepo voi alkaa purkautumisprosessinsa, niin että puut ovat valmiita yhteyttämään, kun keskilämpötila nousee noin +5 asteeseen.

Kuusen oksamuodot sopeutuma lumioloihin

Pohjanmaalla, Kainuussa, Koillismaalla ja Lapissa metsä on luontaisesti harvempaa ja mäntyvaltaisempaa kuin etelässä. Lisäksi Koillismaan ja Lapin kuusten oksat ovat alas asti hyvin lyhyitä ja rungonmyötäisiä toisin kuin Etelä-Suomessa. Kaikki tämä todistaa metsän sopeutumisesta talvi-ilmastoon, ja sitä opetusta pitäisi metsänhoidosakin kunnioittaa. Harvassa puustossa oksat eivät pidätä lunta, mikä paksuntaa lumipeitettä ja estää routaa. Routaa vähentävät myös puolukan ja suopursun runsaus. Nämä varvut aikaansaavat ilmataskuja lumen sitä kannattaessaan, ja vähentävät routaa.

Etelä-Suomelle tyypilliset järeät ja laajaoksiset kuuset, jotka pitävät alustansa melkein paljaina runsaslumisimpinakin talvina, eivät menesty ankarammissa oloissa, joissa maan lämpötila routakerroksessa laskisi niin alas, etteivät puiden juuret moista sietäisi. Tästä Pohjanmaan ja Kainuun sekä Peräpohjolan metsien luontaisesta harvuudesta on toisaalta sellainen

haitta, etteivät ne pysty suojaamaan kuusentaimia kesän yöpakkasilta niin hyvin kuin etelän järeämmät ja korkeammat puustot. Tämä tietysti vähentää kuusien osuutta pohjoisilla alueilla ja keskittää kuusikot vähimmin hallaisille lakimaille, jotka ovat lisäksi välttyneet jääkauden jälkeisten Itämeren vaiheiden aiheuttamilta ravinteiden huuhtoutumisilta.

Tarkastellaan vielä talvea erityisesti taimien kannalta. Metsässä kuusten oksat ohjaavat lumen puiden väleihin, joissa routa on paljon ohuempi kuin puiden oksien alla ja jonne puiden juurien kärjet ulottuvat. Luontaisessa uudistumisessa taimet syntyvät juuri näille suotuisille paikoille. Ne ovat suojassa myös ahavalta. Metsissä tuuli ja aurinko karistavat lumen ensin yläoksilta, kun taas alaoksat ja taimet altistuvat paljon vähemmän tuulille ja säteilylle ja säilyttävät suojaavan lumen oksillaan pitempään.

Aukeat uudistusalat, etenkin tuuliset harjanteet ja mättäät, ovat tässä suhteessa taimille kovempia paikkoja. Kotimaiset mänty ja kuusi pystyvät sulkemaan neulastensa haihduntaraot tiiviisti, niin ettei kevätahava aukeillakaan niitä yleensä pysty kuolleiksi kuivattamaan vähälumisinaan talvina. Sen sijaan eräät lauhan talven vieraslajit, esimerkiksi douglas-kuusi ja jättiläis-tuija, ovat taimina ahavalle herkkiä, ja siksi ne tulisikin istuttaa hyvän suojuvuuden keskelle.

FT *Reijo Solantie* on toiminut ennen eläkkeelle jääntiään Ilmatieteen laitoksella ylimeteorologina.

Laikkumätästykseen toimivuus Koillismaalla

Oili Tarvainen, Saara Rautiola, Maire Nissi, Samuli Kemppainen, Reijo Seppänen ja Eero Kubin

Ympäristöarvoilla on nykypäivän metsätaloudessa yhä suurempi merkitys. Samanaikaisesti korostuvat kuitenkin myös metsänhoidon taloudelliset tekijät. Tämän vuoksi tarvitaan tutkimusta, jossa vertailaan eri maanmuokkausmenetelmien taloudellisuutta ja ympäristöystävällisyyttä sekä uudistumistulosta. Maanmuokkaus on yleensä välttämätön toimenpide maaperän olosuhteiden parantamiseksi ja metsän uudistumisen turvaamiseksi. Suurin haittapuoli maanmuokkauksessa on ravinteiden ja kiintoaineksen huuhtoutumisen lisääntyminen. Huuhtoutumista voidaan rajoittaa minimoimalla maanpinnan rikkominen uudistamisen yhteydessä, jättämällä katkoja muokkauksen jälkeen ja hidastamalla veden virtausta pois alueelta, esimerkiksi pintavalutus kentillä tai suojavaivohyökkäillä.

Paksu kunta haittaa uudistumista

Metsänuudistamisolosuhteet Koillismaalla ovat vaativat johtuen lyhyestä ja viileästä kasvukaudesta. Alhaisen haihdunnan vuoksi vettä kertyy pohjoiseen mentäessä enemmän maahan, vaikka Pohjois-Suomessa kokonaissademäärä on pienempi kuin Etelä-Suomessa. Koillismaalla monille hienojakoisille kasvupaikoille muodostuukin paksu humuskerros eli puhutaan paksukunttaisesta maaperästä. Tarvitessa kunta pystytään tehokkaas-

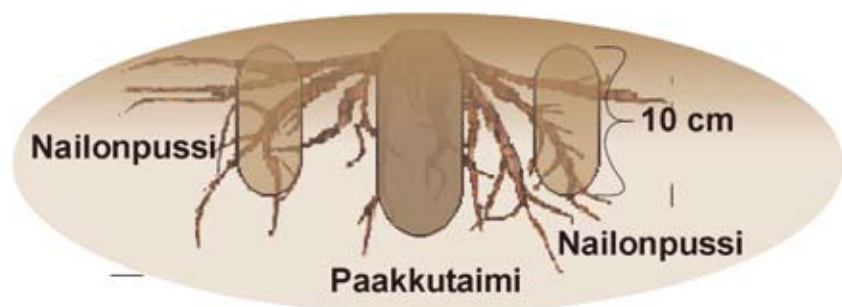
ti rikkomaan esim. vaotuksella eli säätöaurauksella, mikä on yleisin menetelmä alueen uudistamisalojen maanmuokkauksessa.

Perinteisesti käytössä olevien maanmuokkausmenetelmien rinnalle on noussut ympäristöystävällisempi laikkumätästys, jossa rikotun maan osuus on muihin menetelmiin verrattuna selvästi pienempi. Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen yksikössä on tutkittu laikkumätästysmenetelmän toimivuutta ja kustannustehokkuutta Koillismaan olosuhteissa. Tässä selvityksessä keskitytään kuusen ja männyn taimien juurten kasvunopeuteen eri tavoin muokatuilla metsänuudistusaloilla, sekä syväistutuksen vaikutukseen kuusentaimien menestymisessä. Syväistutuksen etuna on taimien parempi kiinnittyminen maahan, ravinteiden parempi saatavuus ja paremmat kosteusolosuhteet. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Kuusamon yhteismetsän, Kuusamon Maakaivin Ky:n ja Oulun yliopiston Oulangan tutkimusaseman kanssa.

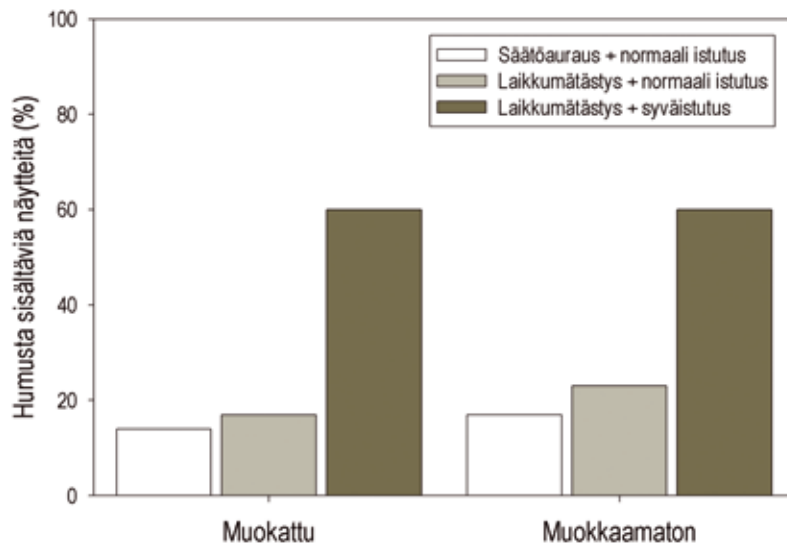
Kokeen toteutus

Koealojen (www.metla.fi/hanke/7162/7162-main.htm) puusto hakattiin talvella 2004–2005 ja maanmuokkaus tehtiin alkukesällä 2005. Käytetyt menetelmät olivat laikkumätästys ja säätöauraus. Istutuksiin käytettiin 1-vuotiaita samaa siemenalkuperää ja samasta kylvöerästä olevia kuusen ja männyn taimia. Kokeessa käytetyt istutustavat olivat tavallinen istutus sekä kuusella myös syväistutus. Kultakin koealalta valittiin kolme istutuskohtaa, joihin perustettiin juuristokoe. Juuriston kehitystä seurattiin kasvukoloninimenetelmällä (kuva 1). Juurikasvukolonit kairattiin noin 10 cm istutettujen taimien molemmin puolin sekä muokatun että muokkaamattoman maan puolelle. Kolonnit asetettiin juuripaakun istutussyvyYTEEN.

Heinäkuussa 2007 koe lopetettiin, jolloin juurikasvukolonit nostettiin tutkittavaksi. Kolonneista mitattiin niihin kasvaneiden uusien juurten kuivapaino sekä humuskerroksen paksuus istutussyvytydellä. Humus oli laikkumätästetyillä aloilla kolonin pohjalla ja säätöauratuilla aloilla kolonin yläosassa.



Kuva 1. Kasvukoloninimenetelmän periaate. (piirros Ari Kokko)



Kuva 2. Humuskerrosta sisältävien näytteiden osuus kasvukolonneista.

Lisäksi istutettujen taimien kasvua ja kehittymistä seurattiin mittaamalla taimien alkupituus istutushetkellä ja kokonaispituus kolmannen kasvukauden puolivälissä eli noin 2 vuotta istutuksen jälkeen. Taimien kunto määritettiin luokittelemalla silmämääräisesti: 0 kuolleet taimet, 1 heikot taimet ja 2 hyvät taimet.

Juuristolle edullinen humuskerros syväistutuksessa

Humuskerroksen paksuus juurikasvukolonneissa vaihteli huomattavasti. Useissa kolonneissa ei ollut ollenkaan ravinnerikasta humuskerrosta (kuva 2). Syväistutuksessa humusta oli yli puolessa kolonneista ja kerroksen paksuus oli keskimäärin 2 cm, mikä oli kolme kertaa paksumpi kuin keskimäärin tavalliseen syvyyteen asetetuissa kolonneissa. Hyvän määttään kriteerit eivät siten kaikilta osin toteutuneet, sillä vain 38 näytteessä (24 %) oli sekä kivennäismaa- että humuskerros.

Edellä mainitusta syystä ei voitu luotettavasti vertailla, kasvavatko juuret mieluummin kivennäismaahan vai humuskerrokseen. Vertailuissa käytettiin koko kolonnin juurimassalle laskettuja koealakohtaisia keskiarvoja, jotka oli kuitenkin laskettu erikseen muokatulle ja muokkaamattomalle puolelle. Ko-

lonniin kasvaneiden elävien juurten kuivapainoon ei vaikuttanut muokkaus- eikä istutustapa. Kuitenkin sekä säättöauratuilla että laikkumätästetyillä koealoilla, joilla kuusen taimet oli istutettu normaaliin syvyyteen, juuret näyttivät suosivan muokattua puolta taimesta. Juurikasvukolonnin sijainnilla ei ollut samanlaista vaikutusta syväistutetuilla kuusialoilla eikä mäntykoealoilla.

Kuusentaimien kasvu nopeutui syväistutuksessa

Normaaliin syvyyteen istutetuista taimista elinkelpoisia oli laikkumätästetyillä aloilla 80 % ja vaotetuilla 87 %, mikä vastaa aikaisempia korkeilta alueilta saatuja aurasalueiden taimettumistuloksia (Kubin ym. 1997). Myös syväistutetuista kuusista elinkelpoisia oli 86 %. Syväistutettujen kuusentaimien pituuskasvu oli nopeampaa kuin normaaliin syvyyteen istutettujen taimien. Istutettaessa vuonna 2005 kuusen taimien pituus oli keskimäärin 9 cm normaalisyvyyteen istutetuilla aloilla, kun syväistutettujen taimien keskipituus oli keskimäärin 6 cm. Kolmen kasvukauden aikana taimet kasvoivat keskimäärin 13 cm normaalisyvyyteen istutettuina ja 16 cm syväistutettuina. Mäntyjen kasvussa ei ollut merkittävää eroa eri

muokkaus- ja syväistutettujen välillä. Myös laajemmassa koealakohtaisessa tarkastelussa taimet menestyivät hyvin alkukehitysvaiheessa (Tarvainen ym. 2008). Nyt saatu tulos on taloudellisessa mielessä rohkaiseva, sillä 1-vuotiaat taimet maksavat vähemmän kuin 2-vuotiaat taimet.

Taimien menestymiseen vaikuttavista tekijöistä koealueella mitattiin myös juuripaakkujen lämpötiloja. Mittausten perusteella säättöauratuilla aloilla kuusen taimien juuripaakun vuorokautinen lämpötila oli alhaisempi kuin laikkumätästetyillä aloilla sekä 2006 että 2007, ja lämpötila pysyi pitempään alhaisempaan keväällä verrattuna muihin menetelmiin. Lisäksi syväistutus nosti juuripaakun lämpötilaa verrattuna normaali syvyyteen istutetuilla mittauspisteillä. Juurten kasvun alkamisen edellytys on n. 10 asteen lämpötila. Toisaalta, juurten kasvu painottuu syyskesään, jolloin säättöauratuilla aloilla lämpötila pysyi korkeampana kuin laikkumätästetyillä aloilla. Kasvukaudet 2005–2007 olivat suhteellisen kuivia, jolloin kivennäismaan pinta kuivuu helposti ja tämä on voinut osaltaan vaikuttaa taimien kasvuun. Toisaalta Luorasan ym. (2007) mukaan laikkumätästys soveltuu parhaiten tuoreiden kankaiden keskikarkeille maille, jollaisia ovat myös koealojen maalajit: hiekkainen hietamoreeni (HkHtMr) tai hietamoreeni (HtMr).

Laikkumätästys yhdistettynä syväistutukseen toimiva vaihtoehto säättöauraukselle?

Saatujen tulosten mukaan laikkumätästetyille koealoille istutetut taimet menestyivät kaikilla osa-alueilla mitattuna vähintään yhtä hyvin kuin säättöauratuille koe-aloille istutetut. Syväistutuksen käyttö näyttäisi parantavan laikkumätästetyksen toimivuutta. Lepikonvaaran tutkimus- aluetta tulisi seurata tulevaisuudessakin. Korkeiden alueiden osuus on

Oulun läänissä 555 900 hehtaaria ja siitä 375 000 hehtaaria alueita, joilla uudistaminen on ongelmallista (Hyppönen ym. 2005, 129). Mikäli laikkumätästettyjen koalojen taimet menestyvät jatkossa yhtä hyvin kuin alkukehitysvaiheessa, se voi olla hyvä vaihtoehto alueella perinteisesti käytetylle säätöauraukselle.

Kirjallisuus

Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalakanen, R. (toim.). 2005. Metsätaloutta kairoilla-Metsänuudistami-

nen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.

Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. Oulun liikekirjapaino.

Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Jyväskylä. Gummerus.

Tarvainen O., Kempainen, S. & Kubin, E. 2008. Laikkumätästyksestä vaihtoehto säätöauraukselle eli vaotukselle. Taimiuutiset 1: 4–6.



Miten kuusen viljely onnistuu hienojakoisilla savimailla?

Juha Heiskanen ja Timo Saksa

Hienojakoiset metsämaat ja niiden ominaispiirteet

Metsämaiden inventoinneissa (VMI) maan raekoko luokitellaan valtalajitteen raekoon mukaan karkeisiin (2–20 mm), keskikarkeisiin (0,06–2 mm), ja hienojakoisiin (<0,06 mm). VMI 9:n (1996–2000) mukaan metsämaiden kangasmaista (14,6 milj. ha = 100 %) on hienojakoisiksi luokiteltavia maita noin 1,8 milj. ha (12,2 %), joista savi- ja hiesumaita on kumpiakin noin 3 % ja muita hienojakoisia maita (HH) noin 6 %. Keskikarkeiden kangasmaiden osuus on selvästi suurin (85 %) ja karkeiden pienin (2 %). Maaperäkartoituksessa (GTK) hienojakoisten maiden luokitus on tarkempi ja se edellyttää yli 30 % hienoai-

nesta (<0,06 mm) ja yli 5 % savea (<0,002 mm). Savimaissa on savilajitetta vähintään 30 % massasta.

Savi- ja hiesumaat ovat tiiviitä, kuivana kovettuvia ja märkänä liettyviä ja hapettomia. Vedenpidätyskyky on savi- ja hiesumailla suuri, mutta vesi liikkuu hienojakoisimmissa savimaissa hitaasti. Huomatavan halkeilun ja kestävien murujen muodostumisen vuoksi savimaiden pintamaa läpäisee vettä kuitenkin helpommin kuin hiesumaa, joka ei juuri murustu. Märkänä hiesu liettyy ja on hyvin juoksevaa. Hiesu on myös yleensä savimaata vaaleampaa ja kuivana erittäin tahrivaa. Hiesumaat sekoitetaan käytännössä usein savimaihin.

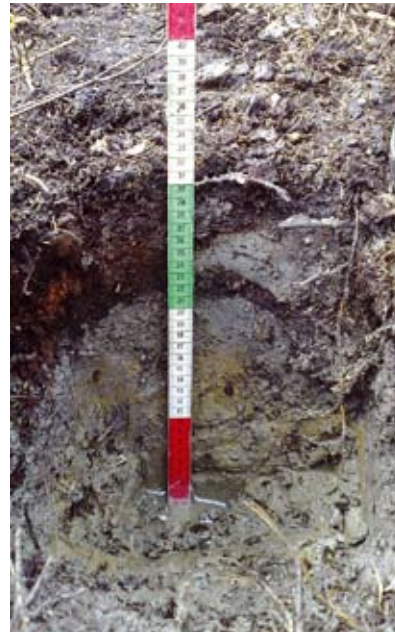
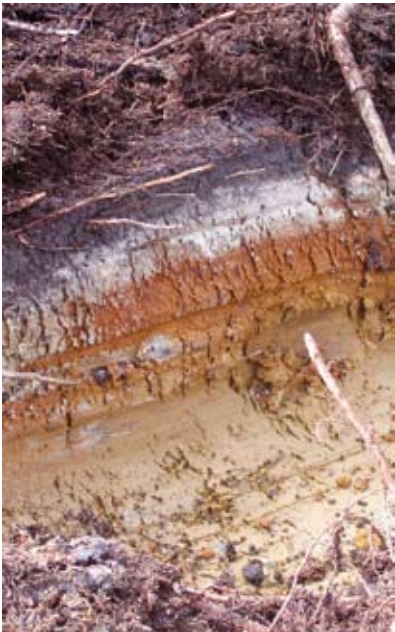
Hienojakoinen tiivis maa heikentää juurtumista

Savimaan yleistuntomerkkejä ovat kosteana muovailtavuus ja sitkeys sekä kuivana kovuus ja halkeilu. Kuivaa savipalasta ei sormin saa kokonaan jauhoksi, vaan se jää muruiksi ja siruiksi. Erityisesti hienompi savilajite (<0,0002 mm) on väriltään tumman ruskeanharmaata ja sitkeää. Karkeampi savilajite (0,002–0,0002 mm) on sitä vastoin vaaleanharmaata, märkänä juoksevaa ja kuivana kovaa, puristettaessa jauhomaista.

Savi- ja hiesumaat ovat usein ongelmallisia taimien kasvun ja metsänuudistamisen kannalta, koska ne ovat tiiviitä, kovettuvat kuivana, ovat usein märkiä ja sijaitsevat alavilla, hallanaroilla mailla. Erityisesti hiesumailla roustetuhot voivat olla suuria. Maan hienoainespitoi-



Kuva 1. Vasemmalla kuusen taimi istutuksen jälkeen savimaalla Loimaalla 2007 ja oikealla edellisen kesän istutustaimi savisella hiesumaalla Mäntässä 2006. (vasen kuva Juha Heiskanen ja oikea kuva Timo Saksa)



Kuva 2. Vasemmalla Suonenjoen rautapodsoli ja oikealla Loimaan savimaanos. (vasen kuva Juha Heiskanen ja oikea kuva Osmo Korhonen)

suuden on todettu heikentävän istutustaimien juurtumista maahan. Savimailla taimien kuolleisuus on keskimäärin suurempi ja pituuskehitys heikempi kuin muilla metsämailla. Savipitoisuuden noustessa yli 20 %:n kuusikoiden puuntuotoskyky alkaa laskea.

Märillä hienojakoisilla metsämailla on usein tarpeellista parantaa vesitaloutta ojituksella maanmuokkauksen yhteydessä. Näillä mailla onkin käytetty kuusen istu-

tuksen yhteydessä muokkauksena oja- tai naveromätästystä. Ojamätäistä tulee käytännössä usein taimien kehityksen kannalta liian korkeita ja varsinkin tiiviistä pohjamaasta muodostuneet mättäät ennättävät usein keväällä kuivuessaan kovettua istutuskelvottomiksi (kuva 1).

Kuusen istutus- ja muokkaukkoet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kuusen istutustaimien kehitystä

erilaisilla mättäillä ja tasapinnalla savimaalla. Loimaalla istutettiin keväällä 2008 edellisenä talvena hakatuille ja syksyllä 2007 muokatuille kahdelle savimaan koealalle 2-vuotiaita kuusen paakkutaimia. Vertailuna tässä käytetään Suonenjoelle yhdelle hienoaineksiselle alalle keväällä 2007 muokattua ja istutettua (hakkuu edellisenä talvena) vastaavaa kuusen uudistusalaa. Pintamaan hienoainesosuus (<0,06 mm) on Loimaan tasaisilla koealoilla 89 % ja Suonenjoen rinnekoaloilla 30 %. Savipitoisuudet (<0,002 mm) koepaikoilla ovat vastaavasti 38 % ja 2 % (kuva 2).

Loimaalla muokkauskäsittelyt olivat ojamätästys, ojamätästys, jossa mättäiden korkeus painettiin kauhalla alle 20 cm:iin, ojitus ja laikkumätästys sekä pelkkä ojitus ja istutus muokkaamattomaan maahan. Syksyn tiivistymätästyksessä oli kuitenkin vaikeuksia, koska märkää ja sitkeää savea jäi kauhaan kiinni. Loimaalla mättäät istutettiin keväällä talven painumisen jälkeen, kun mättäät olivat vielä suhteellisen kosteita ja pehmeitä. Suonenjoella muokkauskäsittelyt olivat naveroja kääntömätästys ojakaupalla sekä laikkumätästys kääntölipalla. Myös Suonenjoella kevään märkä maa tarttui välillä mätästyksen kääntölipaan kiinni. Suonenjoella istutus tehtiin heti muokkauksen jälkeen.

Mättäillä versoihin kertyy tyyppeä ensimmäisten kesien aikana

Taimien uusien versojen typpipitoisuus nousee mätästyskohdissa ensimmäisen kesän jälkeen yleensä yli istutustilanteen ja oli Loimaan koealoilla keskimäärin 2,2 %. Suonenjoella toisen kesän jälkeen versojen typpipitoisuus oli 2,5 %. Eräässä aikaisemmassa istutuskokeessa Suonenjoella 2001–2002 kaksivuotiaiden kuusten versojen typpipitoisuus oli ensimmäisen kesän jälkeen 2,25 % ja toisen kesän jälkeen 2,7 %. Kun istutusaika hakkuusta ja maan-

muokkauksesta ko. koealalla pite- ni kolmanteen ja neljanteen kevä- seen, uuden verson kesän jälkeiset typpipitoisuudet alenivat 2,4 ja 1,9 %:iin. Näin ollen, taimierien ja kas- vukausien eroista huolimatta taimi- en typensaatavuus maasta ei toden- näköisesti poikennut merkittävästi Loimaan ja Suonenjoen istutusalo- jen välillä.

Istutus sujui Loimaalla hyvin, mutta istutusta 12.–13.5.2008 seu- rannut halla ja alkukesän kuivakausi heikensivät taimia ilmeisen laajasti. Laajoja tuhoja täydensivät seuraava- vana talvena myyrät. Toisen kesän jälkeen istutustaimien kuolleisuus oli 20–30 % muokatuissa ja yli 90 % muokkaamattomissa istutuskoh- dissa. Aiempi koe Suonenjoella ei kärsinyt merkittäviä tuhoja paitsi muokkaamattomissa kohdissa, jois- sa tuhoja teki lähinnä tukkimiehen- täi. Muokkaamattomissa istutus- kohdissa toisen kesän jälkeen kuol- leisuus jäi alle 40 % (kuva 3).

Loimaalla taimien pituuskehitys oli selvästi heikompi kuin Suonen- joella (kuva 4). Loimaalla elinvoi- maistenkin ja tuhoilta säästyneiden taimien kasvu oli ensimmäisenä ja toisena kasvukautena keskimäärin vain 4,5 ja 6,4 cm, kun taas Suonenjoella vastaavat arvot olivat 6,6 ja 12,4 cm. Lisäksi Loimaalla paa- kusta maahan kasvaneiden taimien juurten kasvu oli toisella kasvukau- della (2009) vain samaa tasoa tai alempi kuin Suonenjoella ensim- mäisellä kasvukaudella (2007) (ku- va 5).

Matalilla mättäillä paras kasvu

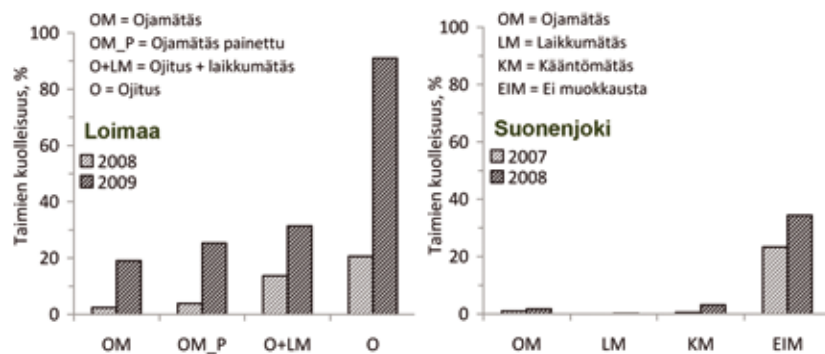
Loimaalla satunnaiset nostotaimet (kuva 5) olivat nostohetkellä kes- kimäärin 28,1 cm (17–43) pitkiä ja mukana oli myös heikentynei- tä taimia. Juurten kasvu ei selväs- ti riippunut taimien pituudesta tai verson kasvusta. Mätäskorkeus ei vaikuttanut kasvuun kovin selvästi ensimmäisenä kasvukautena, mutta toisella kasvukaudella verson kasvu oli suurinta matalilla (<10 cm 2009) mättäillä. Suonenjoella satunnaiset nostotaimet olivat jo ensimmäisen kesän jälkeen 28,9 cm (21–40) pit- kiä ja elinvoimaisia. Taimien kasvu riippui muokausmenetelmästä ja kasvu oli toisena kasvukautena suu- rinta matalimmilla mättäillä. Mata- lasta mättäistä juurten pääsy koste- ampaan ja ravinteisempaan orgaani- seen pintamaahan oli nopeampaa.

Loimaan alavilla savimailla istu- tustaimien menestyminen oli sel- västi heikompaa kuin juuri ja juuri hienojakoiseksi luokiteltavalla rin- nemaalla Suonenjoella, mikä osal-

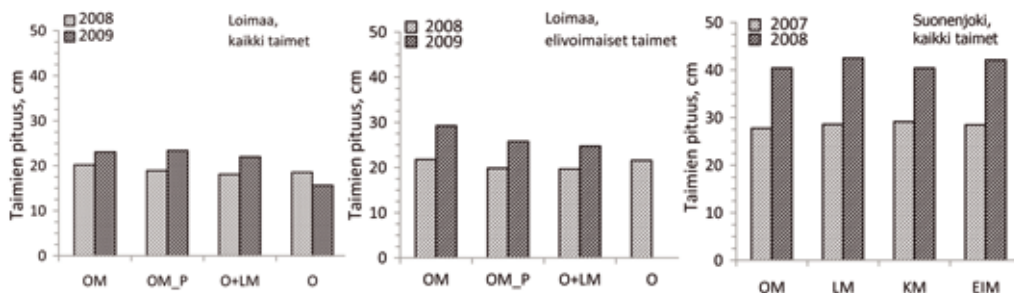
taan johtui erilaisista istutustaimista ja kasvukausista. Kuitenkin mätäs- tysmenetelmä ilmeisimmin vaikut- ti taimien kasvuun vähemmän kuin maaperän savipitoisuus. Hienoja- koisemman maan suurempi tiiviys (kuivana kova, märkänä hapeton) on hidastanut taimien maahan juur- tumista sekä verson kasvua.

Muokkaamattomissa istutuskohdissa suurimmat tuhot

Muokkaamattomaan maahan istutus lisäsi selvästi tuhoja (tukkimiehen- täi, pintakasvillisuus, ym.) ja taimi- en kuolleisuutta molemmilla kasvu- paikoilla. Mättäiden mataluus edis- ti taimien kasvua toisena kasvukau- tena, joten mätästettäessä on syytä välttää tekemästä korkeita mättäitä, vaikka talven aikana mättäät painu- vatkin ja mataloituvat.



Kuva 3. Istutettujen taimien kuolleisuus Loimaalla (vasen) ja Suonenjoella (oikea) kahden kasvukauden jälkeen istutuksesta.



Kuva 4. Istutettujen taimien pituuskehitys Loimaalla (istutuspuutusta ei tiedossa) ja Suonenjoella (istutuspuutusta 23 cm) kahden kasvukauden jälkeen istutuksesta (muokauskäsitellyt esitetty kuvassa 3).

Kirjallisuus

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

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

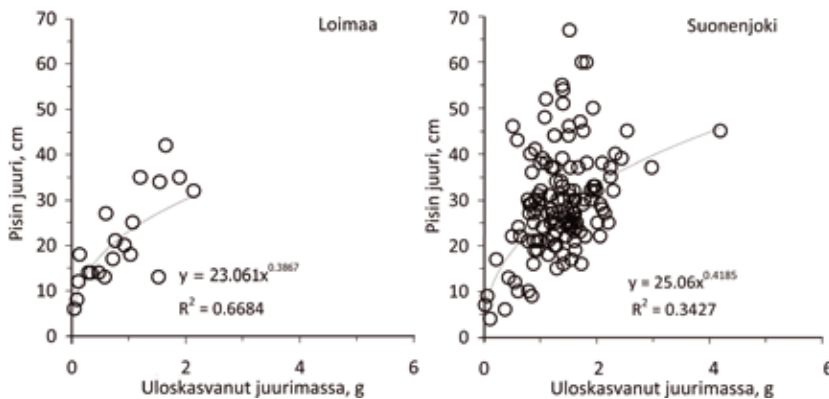
Johansson, T. 1995. Granens överlevnad på åker. Fakta Skog(16): 1–4.

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

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

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

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



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

Kevätfenologia osoittautunut entistä tärkeämmäksi kuusen jalostuksessa

Marja-Leena Napola

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

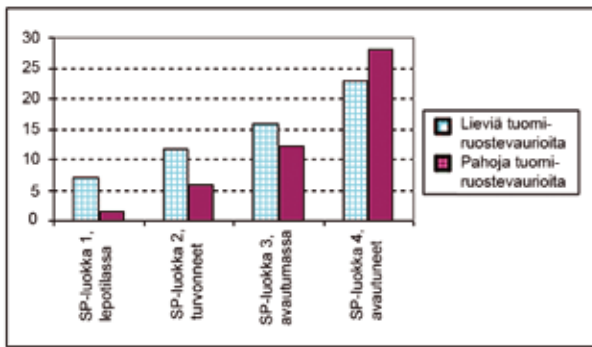
Ruotsalainen ohjeisto silmuluokituksen perustana

Kuusen kasvuunlähdön ajoittumisen luokittelua tehtiin Metsänjalos-

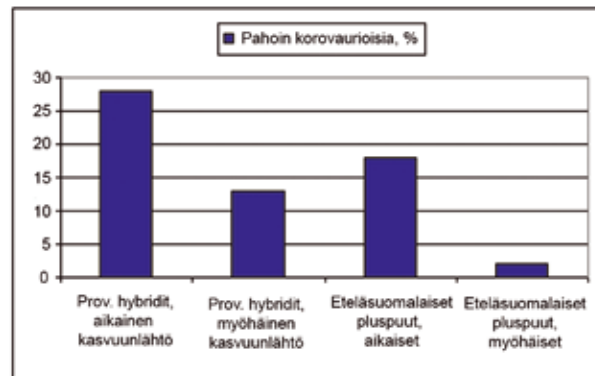
tussäätien Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksen taimitarhalla ensimmäisen kerran 1970-luvun puolivälissä. Luokittelun tarkoituksena oli saada lisätietoa vuosina 1969–74 valitusta klooneista näiden maastotestausta varten. Fenologisessa luokittelussa sovellettiin Peter Krutzschin IUFRO -kongressissa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

seurannassa – samoin myös muualla Pohjoismaissa.

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



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



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

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

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

Myöhäisyydestä etua hallanaroilla paikoilla

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



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



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

suuksien korkein (Karlsson ja Högborg 1998).

Silmunpukkeaminen ja tuomiruoste

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

tetta kuin vielä kasvuun lähtemättömillä taimilla.

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

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



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

oittama puu 15 vuoden iässä vuonna 2009.

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

Silmunpukkeaminen ja korovauriot

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



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

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

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

Kasvurytmin huomioiminen tämän päivän kuusenjalostuksessa

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

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

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

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

Siementaimisiemenviljelysten ensiharvennus tehdään fenologisin perustein

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

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

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

Kirjallisuus

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

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

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

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

Siitepölyn kaukokulkeutuminen ja siitepölykilpailu männyillä

Saila Varis

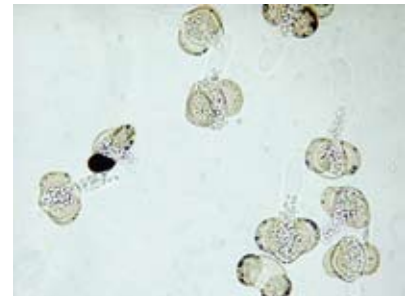
Ilmaston lämpeneminen ja erityisesti sopeutuminen ilmaston ääriolosuhteisiin voi olla haaste myös metsäpuille. Valmiiksi lämpimämpiin olosuhteisiin sopeutuneista populaatioista siitepölyn mukana kulkeutuvat geenit voivat helpottaa tuulipölytteisten puiden sopeutumista muutokseen. Nopean sopeutumisen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

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

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

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

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



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



Kontrolloidussa pölytyksessä ruiskutetaan kerättyä siitepölyä pölytyspusseilla eristettyihin emikukkiin. Tutkimusmestari Jari Laukkanen Metlan Haapastensyrjän jalostusasemalta suorittamassa tehtävää. (kuva Metla/Erkki Oksanen)

Eteläinen siitepöly useammin siemenen hedelmöittäjänä kuin pohjoinen siitepöly

Eteläisen ja pohjoisen siitepölyn kilpailukykyä tutkimme kilpailuristeytysten ja isyystestausten avulla. Käytimme siitepölyä kolmesta eteläisestä ja kolmesta pohjoisesta puusta, pölytettävät puut olivat pohjoista alkuperää. Yhtä pohjoista ja yhtä eteläistä siitepölyerää sekoitettiin keskenään ja pölyä ruiskutettiin pölytyspusseihin eristettyihin emikukkiin. Kilpailuristeytysten lisäksi teimme yhden siitepölyerän kontrollipölytyksiä. Hedelmöittäjä tutkittiin 2376 kehittyneestä siemenestä molekyylibiologisella analyysillä. Kokeissa käytettyjen siitepölyjen itävyyksiä tutkittiin idättämällä niitä kasvatusalustalla ennen ja jälkeen pölytysten. Myös pölytetyjen kukkien ja käpyjen kehitystä tarkkailtiin.

Eteläiset siitepölyt hedelmöittivät 76 % tutkituista siemenistä pohjoisten osuudeksi jäädessä 24 %. Kukkien abortoitumisprosentti oli suurempi pohjoisilla siitepölyillä pölytetyissä oksissa kuin eteläistä tai sekoitettua pölyä käytettäessä. Kasvatusalustoilla tehdyissä idätyksissä ei kuitenkaan ollut eroa pohjoisen

ja eteläisen siitepölyn välillä, mikä viittaisi muunkin kuin siitepölyn itävyyden vaikuttavan siihen, mikä siitepöly munasolun hedelmöittää.

Ensimmäisenä kukkaan saapuneen siitepölyhiukkasen mahdollisesti saamaa kilpailuetua tutkimme pölyttämällä kukkia ensin eteläisellä siitepölyllä ja kahden tunnin kuluttua pohjoisella pölyllä. Kontrollipölytykset tehtiin samojen siitepölyerien sekoituksilla. Pohjoiset siitepölyt saivat huomattavaa hyötyä aikaisemmasta saapumisestaan kukalle, kun taas eteläinen pöly ei hyötynyt kahden tunnin etumatkasta. Kun pölytys tehtiin eteläisen ja pohjoisen pölyn sekoituksella, pohjoisen saama kilpailuetu katosi. Tulos herätti ajatuksen kemiallisesta vuorovaikutuksesta eri siitepölyerien välillä.

Lämpötila vaikuttaa itämisaikaan ja –nopeuteen

Kemiallista siitepölykilpailua selvitimme idättämällä siitepölyeriä kasvatusliuoksessa (kuva 1). Käytimme idätyksissä kuoppalevyjä, joiden kuopissa oli nesteitä ja kemikaaleja läpäisevästä materiaalista tehdyt irtomaljat. Näin saimme pidettyä eri siitepölyerät toisistaan erillään niis-

tä mahdollisesti erittyvien aineiden sekoituksessa. Kilpailuidätyksissä jokainen eteläinen pölyerä idätettiin irtomaljassa pohjoisen pölyn itäessä kuopassa ja päinvastoin. Kontrollissa samaa siitepölyerää oli sekä maljassa että kuopassa. Havaitsimme sekä positiivista että negatiivista vuorovaikutusta: eteläiset siitepölyt itivät kilpailutilanteessa paremmin ja pohjoiset huonommin kuin kontrolloissa.

Itämisaikaisen lämpötilan vaikutusta siitepölyn hydratoitumiseen, itämiseen ja pölyputken kasvuun tutkittiin idättämällä siitepölyeriä +15 °C ja +20 °C lämpötiloissa kasvatusliuoksessa. Siitepölyjen itävyys ja siitepölyputken kasvu oli nopeampaa +20 °C:ssa kuin +15 °C:ssa. Pohjoiset siitepölyt hydratoituivat suuremmiksi, ja niinpä myös itäneet pohjoiset pölyt olivat kooltaan suurempia kuin eteläiset.

Kirjallisuus

- Pulkinen, P., Varis, S., Pakkanen, A., Koivuranta, L., Vakkari, P. & Parantainen, A. 2009. Southern pollen sired more seeds than northern pollen in southern seed orchards established with northern clones of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 8–14.
- Varis, S., Pakkanen, A., Galofré, A. & Pulkinen, P. 2009. The extent of South-North pollen transfer in Finnish Scots pine. *Silva Fennica* 43(5): 717–726.
- Varis, S., Reiniharju, J., Santanen, A., Ranta, H. & Pulkinen, P. 2010. Interactions during in vitro germination of Scots pine pollen. *Trees - Structure and Function* 24(1): 99–104.
- Varis, S., Santanen, A., Pakkanen, A. & Pulkinen, P. 2008. The importance of being the first pollen in the strobili of Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 2976–2980

MÄNNYN SIEMENVILJELYKSET

Ensimmäiset männyn siemenviljelykset perustettiin 1950-luvulla ja 1960-luvulta lähtien valtio on rahoittanut maa- ja metsätalousministeriön koordinoimana siemenviljelysohjelmaa. Männyn jalostettu siemen saadaan tällä hetkellä pääosin 1960- ja 1970-luvuilla perustetuilta siemenviljelyksiltä. Vuodenvaihteessa 2009–2010 Eviran rekisterissä oli männyn siemenviljelyksiä 150 kpl, joiden yhteenlaskettu pinta-ala oli lähes 2 500 ha. Suunnitelmien mukaan uudet viljelykset alkavat tuottaa siementä tulevan vuosikymmenen alussa vanhempien tuotantovaiheen ohittaneiden poistuessa vähitellen käytöstä.

Eteläisin siemenviljelys sijaitsee entisessä Pohjan kunnassa ja 2000-luvulla perustetut pohjoisimmat viljelykset Tervolassa ja Vaalassa. Suurin osa männyn siemenviljelyksistä on Siemen Forelialla. Sen lisäksi jalostetun männyn siemenen tuottamiseen osallistuvat myös Siemen Tapio, UPM Metsä ja osa metsäkeskuksista.

Yli puolet männyn ensimmäisen polven siemenviljelyksistä perustettiin aikanaan palvelemaan Pohjois-Suomen siemenhuoltoa, koska tällä alueella hyvästä ja itävästä siemenestä on niukkuutta ilmasto-olosuhteista johtuen. Vanhat Pohjois-Suomea varten perustetut viljelykset sijaitsevat Keski-Suomessa männyn kukinnalle ja siementen tuleentumiselle suotuissa olosuhteissa.

Pohjois-Suomeen tähdätyn siemenviljelyn ongelmana on alusta asti ollut ulkopuolelta tuleva Keski-Suomen luonnonmetsien taustapölytys, josta syystä tuotettu siemen ei ole kestävää Lapissa, vaan sitä on jouduttu käyttämään selvästi etelämpänä. Taustapölytys on haitallinen myös toisesta syystä: ulkoa tuleva siitepöly on peräisin valikoimattomista puista, joten sen myötä menetetään suuri osa – nuorissa viljelyksissä jopa 50 % ja vanhoisakin noin 25 % – jalostuksella saavutetusta perinnöllisestä edistymisestä eli jalostushyödyistä.

Siemenviljelyssiemenellä saadaan jalostushyötyjen lisäksi myös siemenfysiologisia (ei-geneettisiä) etuja, koska siemenviljelysten edullisissa kasvuolosuhteissa kehittynyt siemen on kookasta ja hyvin itävää.

Taustapölytykseen johtavia mekanismeja tutkitaan

Eteläisen siitepölyn pohjoista parempi hedelmöityskyky saattaa olla osasyynä korkeaan taustapölytykseen, mutta eniten asiaan vaikuttaa kukinnan ajoittuminen. Männyllä ensimmäiset emikukat aukeavat jopa muutama vuorokausi ennen kuin paikallinen siitepöly lähtee lentoon, jolloin Suomessa vallitsevien lounaisten ilmavirtausten mukanaan tuomat siitepölyhiukkaset saavat ilmeisen aikaedun.

Edellä referoiduissa männyn pölyttymistutkimuksissa melko lyhyt (kaksi tuntia) aikaero siitepölyjen saapumisessa kukkaan ei tuonut eteläiselle siitepölylle etua pohjoiseen nähden. Tutkijoiden mielenkiinnon kohteena jatkotutkimuksissa olisi selvittää pidemmän aikaeron vaikutusta siitepölykilpailussa sekä yksittäisen kukan pölytyspisaran imeytymistä siitepölykammioon.

Taustapölytys on otettu huomioon uusien siemenviljelysten perustamisessa

Metsäntutkimuslaitos vastaa Suomessa metsänjalostustoiminnasta ja siihen liittyvästä siemenviljelysten suunnittelusta ja perustamisen ohjauksesta. Nykyohjeiden mukaan havupuiden siemenviljelykset perustetaan pääsääntöisesti lähtöisyysalueilleen parhaalle maatalousmaalle, joiden lämpöolosuhteet ovat mahdollisimman hyvät.

Pohjois-Suomea (männyn lähtöisyysalueet 6–9) palvelevat uudet siemenviljelykset on perustettu tuleentumisen varmistamiseksi kantapuiden lähtöisyysalueita etelämmäksi Oulunjokilaaksoon tai ns. Lapin kolmion alueelle. Uudet viljelykset sijaitsevat joka tapauksessa huomattavasti pohjoisempina kuin ensimmäisen polven viljelykset, mistä syystä niillä tuotetun siemenen käyttöalueet ulottuvat taustapölytyksestä huolimatta selvästi vanhoja viljelyksiä pohjoisemmaksi.

Siemenviljelysten taustapölytyksestä tiedetään, että sen osuudessa ja sen myötä siemenen ilmastollisessa kestävyudessa on huomattavaa vaihtelua vuosien välillä. Jokaisen siemensadon kestävyys voidaan siten määrittää erikseen pakastustestin avulla, ja kestävimmat siemenet ohjata metsänviljelyyn ilmastollisesti vaativimmille alueille.

Matti Haapanen ja Saira Varis

Ilmaston lämpeneminen ja kasvitautit puilla

Arja Lilja, Päivi Parikka, Jarkko Hantula ja Anna Rytönen

Ennusteiden mukaan maapallon keskilämpötilan arvioidaan nousevan 2–6 °C vuodesta 1990 vuoteen 2100 siten, että muutokset ovat suurimpia pohjoisilla leveysasteilla. Tämän seurauksena Suomen lämpötila nousisi 2,4–7,4 °C ja sademäärä kasvaisi 5–40 % tultaessa 2080-luvulle. Talvet lyhenisivät ja sateisuus lisääntyisi talvella. Rankkasateet kesällä olisivat yleisiä. Pitkät kuivuusjaksot olisivat myös mahdollisia varsinkin kasvukauden alussa, jolloin vettä tarvittaisiin. Lämpötilan kohoaminen pidentäisi kasvukautta, mutta pakkaset eivät kuitenkaan häviäisi, vaan kylmää olisi edelleen odotettavissa. Valon väheneminen talvea kohti estäisi kuitenkin kasveja hyödyntämästä täysimääräisesti pidentynyttä kasvukautta.

Kasvitaudit

Ilmastonmuutos vaikuttaisi voimakkaasti kasvien ja kasvitautien väliin suhteisiin. Kosteuden ja lämmön lisääntyminen varsinkin öisin lisää kasvitautiriskiä. Lämmin ja pitkä syksy heikentää yleensä kasvien talveentumista. Talvikuukausina päivät, jolloin on sekä suojaa että pakkasta, lisääntyisivät ja nämä vaihtelevat olot lisäisivät kasvien talvivaurioita. Lumipeitteen oheneminen tai puuttuminen altistaisi kasvit jäätymiselle pakkasilla ja lämpötilan nousu pakkasten jälkeen lisäisi maanpäällisten osien kuivumista. Jo nyt taimien talveh-

timinen ulkona varmistetaan useilla taimitarhoillamme keinotekoisella lumetuksella.

Monet metsäpuiden taudit ovat riippuvaisia sääoloista. Kaksi toistaan seuraavaa sateista kesää voivat laukaista esim. versosurmaepidemian, etenkin, jos talvet ovat lauhoja, jolloin patogeeni pystyy leviämään tehokkaasti lepotilassa olevassa isäntäkasvissa. Versosurman aiheuttaja versosurmakka (*Gremmeniella abietina*) on sieni, jota on jatkuvasti mäntyjen kuolevissa alaoksissa aiheuttamatta normaalioloissa itse puulle vahinkoa. Kylmien ja sateisten kesien jälkeen meillä ja Ruotsissa on esiintynyt metsissä suurepidemioita, joiden taloudellinen merkitys on ollut suuri. Taimitarhoilla tauti on myös merkittävä tuhonaiheuttaja männyllä ja viime aikoina sitä on esiintynyt myös taimitarhoilla.

Juurikäpää

Kuusenjuurikäpää (*Heterobasidion parviporum*) aiheuttaa kuusella tyvilahoa. Männynjuurikäpää (*H. anomosum*) sen sijaan on moni-isäntäinen sieni, joka männyllä aiheuttaa puiden kuolemista ja kuusella tyvilahoa. Molempien sienilajien aiheuttamat vuosittaiset tappiot ovat suuria. Taudin hinta metsätaloudelle on ainakin 40 miljoonaa euroa kuusen ja yli viisi miljoonaa euroa männyn yhteydessä.

Ilmastonmuutos parantaisi juurikäpäsienten kasvuedellytyksiä, sillä nykyisellään juurikäpää on Baltiassa ja Etelä-Ruotsissa paljon pahempi ongelma kuin meillä nyt. Talven lyheneminen lisäisi juurikäpään

mahdollisuutta levitä, kun turvallisin aika tehdä metsänhakkuita vähenee. Roudattomassa maassa jäljelle jääviin puihin syntyy helposti korjuuvaurioita, joiden kautta tauti leviää terveisiin puihin. Myös aika jolloin tuoret kantopinnat saavan tartunnan lisääntyisi. Ennustetuissa myrskyissä lahot puut kaatuisivat helposti ja syntyvien aukkojen reunoilla terveetkin puut saattaisivat kaatua.

Tauti leviää, paitsi vaurioiden ja kantopintojen kautta, sairaista puista ja lahoista kannoista juuristoa pitkin terveisiin naapuripuihin. Jotta meillä tulevaisuudessa vältettäisiin juurikäpään runsastuminen, olisi panostettava kantokäsittelyyn ja kantojen nostoon etenkin Pohjanmaalta Kainuuseen ulottuvalla vyöhykkeellä. Myös puulajin vaihto lehtipuihin tulisi mahdollistaa juurikäpääalueilla vähentämällä hirvikantaa.

Ruoste- ja härmätaudit voivat yleistyä

Myös ruoste- ja härmätaudit hyötyvät, jos talvet lauhtuisivat ja ilmasto muuttuisi kosteammaksi. Usealla kasvilajilla on oma ruosteensa ja härmänsä. Sekä ruosteet että härmät ovat ehdottomia loisia eli kasvavat vain kasvisoluissa ottaen niistä ravintonsa. Ne eivät tapa soluja, mutta ravinnonotto voi olla niin voimakasta, että isäntäkasvi heikkenee ja voi vähitellen myös kuolla varsinkin, jos kasvit saavat tartunnan useampana vuotena peräkkäin.

Viime kesinä varsinkin männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*) on aiheuttanut männyn tai-

mikoissa latvojen kuolemista tai kiertymistä. Samoin kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*) on värjänyt kuusikoita osassa maata ja koivut ovat kellastuneet ennen aikojaan koivunruosteen (*Melampsorium betulinum*) takia. Härmistä voidaan mainita tammenhärmä (*Microspora alphitoides*), vaahteranhärmä (*Uncinula aceris*) ja lepänhärmä (*M.alni*), jotka näkyvät lehdillä puuterimaisena peitteinä. Viime vuosina meille on tullutkin entistä enemmän tuhonäytteitä ja kyselyjä ruoste- ja härmätautien vaivaamista puista.

Hyvänä esimerkkinä hyötyjistä on myös lehtipuunkoron aiheuttaja (*Neonectria galligena*), jonka levinneisyyttä ja haitallisuutta ovat tähän asti rajoittaneet talven pakkaset. Sieni on pääosin puiden haavaloinen, joka tarttuu vaurioihin ja saa aikaan koroja. Sen on osoitettu myös tunkeutuvan puihin silmujen kautta. Omenapuilla, joista suurin osa on meillä tuontitavaraa, tauti on yleistynyt. Syynä ilmeisesti se, että sienestä on levinnyt meille uusia entistä aggressiivisempia kantoja ulkomaisten taimien mukana. Lehtipuista ainakin vaahtera, saarni, jalava ja lehmus sekä poppeli ovat taudille alttiita. Vaikka sieni lahottaa puita hitaasti, sen merkitys taudinaiheuttajana voi kasvaa tulevaisuudessa.

Talvituhosienet pärjäävät kosteassa ilman lumipeitteäkin

Vaikka, lumeton aika ilmastomuutoksen myötä lisääntyisi, se ei tarkoita sitä, että tulevaisuudessa talvituhosienten merkitys vähenee. Monet lumen alla tuhojaan tekevät lajit voivat kasvaa ilman lunta, jos kosteutta on riittävästi ja lämpötila sopiva. Esimerkkinä voi mainita männyntalvihomeen (*Phacidium infestans*), joka aiheutti aikoinaan taimitarhoillamme suuret taloudelliset tappiot, kun pääpuulaji oli mänty. Virossa se on kosteina, lumettomina

talvina ruskettanut mäntyjen neulasia metsässä. Tutkimuksissa tauti on myös aiheuttanut tuhoja sekä pakkasvarastossa että ulkona talvehtiville kuusen taimille.

Bakteeritautien merkitys on tois-taiseksi ollut meillä varsin vähäinen, lähinnä niitä on esiintynyt koristekasveilla avomaalla. Myöskään virusten merkitys ei ole ollut suuri. Meiltä puuttuvat vielä monet kaskaslajit, jotka toimivat virusten vektoreina. Tosin huolta on aiheuttanut koivulla esiintyvä, Euroopasta kotoisin oleva kirsikankierrelehtiviroosi, joka käpertää koivun lehtiä. Lämpötilan nousu lisääsi bakteerien ja virusten mahdollisuuksia levi-tä meillä, mutta suurimman riskin toisivat tullessaan uudet sienitau-dit, joiden aiheuttajat eivät ennen ole kestäneet talvea tai joiden leviä-miseen liittyy hyönteislajeja, joita meillä ei ole ollut.

Hyödyksi voidaan lukea se, että olosuhteiden muuttuminen ja kasvukauden piteneminen loisivat mahdollisuuksia uusien kasvilajien käyttöön ja vanhojen lajien käyttö-alueen laajentamiseen. Esimerkiksi jaloja lehtipuita voitaisiin lämpötilan noustessa viljellä nykyistä pohjoisempana. Mikäli ilmasto lämpe-ne ennusteiden mukaan, vuosisa-dan lopulla Keski-Lapin lämpöolot vastaisivat suurin piirtein nykyistä Etelä-Suomea. Uusien, meillä vie-raiden, kasvi- ja puulajien lisäänty-nyt käyttö voisi kuitenkin tuoda tul-lessaan vieraslajeja edustavia, uusia taudinaiheuttajia.

Vieraslajit

Vieraslajit ovat tulokaslajeja, jotka ovat ylittäneet leviämiseesteet ihmi-sen toiminnan seurauksena. Kansainvälinen kasvikauppa on lisääntynyt voimakkaasti viime aikoina ja lisännyt samalla riskiä vieraslajien leviämisestä maasta toiseen. EU:n alueella kauppa on varsin vapaata ja valvonta rajoittuu vain niihin kas-veihin, joiden mukana saattaa kul-keutua karanteenituhoojiksi luoki-



Kuva. *Neonectria galligena* –sieni, joka aiheuttaa koroja lehtipuilla, on potentiaalinen uusi tuhoaiheuttaja, jos ilmasto lauhtuu. Sieni infektoi etenkin huonosti karaistuneita puita, jotka ovat altistuneet pakkasvaurioille. (kuva Päivi Parikka)

teltuja sieniä, hyönteisiä tai muita eliöitä.

1990-luvun alussa Suomeen kulkeutui *Phytophthora cactorum*-mikrobi, jota voidaan kutsua jo vaikiintuneeksi vieraslajiksi. Metsätaimitarhoillamme se aiheuttaa koivulla levälaikkutaudin, jonka oireet vaihtelevat kasvukauden aikana. Alkukesästä laikkuja syntyy usein latvaan; myöhemmin alemmas runkoon.

Noin sata vuotta sitten levisi Eurooppaan ruostesieni *Cronartium ribicola*, joka aiheuttaa valkomännyn tervasroson 5-neulasmännnyllä. Suomeen taudin levittivät tänne perustetut, vierasperäiset strobustumäntylviljelmät, jotka taudin seurauksena tuhoutuivat lähes täydellisesti. Valkomännyn tervasrososa voi nykyisin nähdä sembra-, makedonian- ja länsiamerikanvalkomännnyillä, jotka ovat strobustumäntyä kestävämpiä, mutta kuitenkin taudille alttiita mäntylajeja.

Osa haavan ja hybridihaavan taudeista tullut Amerikasta

Aikanaan maahamme on tullut taimien mukana kaksi Amerikasta ko-

toisin olevaa sientä: *Neofabrea populi* ja *Entoleuca mammata*. Kuoripolteen aiheuttaja (*N. populi*) levisi todennäköisesti Suomeen samaan aikaan kuin Pohjois-Amerikasta tuotiin meille sikäläisen haavan (*Populus tremuloides*) taimia. Vaikka sienen tiedetään tarttuvan myös muihin haapoihin, meillä sitä on tavattu vain hybridihaavalla (*Populus tremula* x *P. tremuloides*), joilla se vaivaa varsinkin vesasyntyisiä runkoja, kun kasvustojen tiheys takaa sienelle riittävän kosteuden. *E. mammata* sen sijaan on taloudellisesti merkittävä tauti monilla *Populus*-lajeilla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Meillä haavanroson oireisiin kuuluvia koroja löytyy sekä metsähaavalta että hybridihaavalta.

Ensimmäiset havainnot lepänruosteesta tehtiin Suomessa 1997. Aasista kotoisin oleva ruostesieni, *Melampsorium hiratsukanum* levisi meille ilmavirtojen mukana. Ensimmäiset merkit taudista, keltaiset ruostepesäkkeet, näkyvät lepän lehtien alapinnoilla jo kesäkuussa. Sateisina kesinä ruoste leviää tehokkaasti ja vähitellen ruskettuvat ja käpristyvät lehdet karisevat ennen aikojaan.

Uusimpia tulokaslajeja ovat punavyökaristeen aiheuttaja *Dothistro-*

ma septosporum ja saarnensurmaan liitetty *Chalara fraxinea*. Punavyökariste on tauti, jonka on vasta varmennettu esiintyvän myös meillä. Sen aiheuttaja *D. septosporum* tarttuu pääasiassa mäntyihin, joissa taudin tunnistaa ruskettuneissa neulasissa olevista punaruskeista vöistä. Sairaantuneet neulaset eivät myöskään irtoa yhtä helposti kuin muusta syystä ruskettuneet. Meidän mäntymme ei kuitenkaan ole erityisen altis taudille, eikä suuria tuhoja ole odotettavissa.

Saarnensurmassa saarnen lehtiin, oksiin ja runkoon syntyy tummia laikkuja ja puun latvus harsuuntuu. *C. fraxinea* sienin suvullinen aste *Hymenoscyphus albidus* tunnetaan Euroopassa saarnen lehtien ja karikkeen hajottajana. *C. fraxinea* kannat ovat osoittautuneet geneettisesti hyvin erilaisiksi, vaikkakin geneettisesti samanlaisia kantoja löytyi tutkimuksissamme sekä Suomesta että Virosta. Tauti on yleensä puille kohtalokas, mutta puuyksilöiden ja alkuperien välillä on kuitenkin kestävyyseroja, eli jos pystyisimme panostamaan kestävyysjalostukseen, saarni olisi ilmastonmuutoksessa selvä hyötyjä eikä laji katoaisi maastamme.

Suurimman uhan ilmastonmuutos aiheuttaisi kuitenkin siten, että se mahdollistaisi tiettyjä tauteja, joita meillä ei vielä ole ja joita ei vielä edes osata odottaa. Myös monet tauteja levittävät hyönteiset ovat meiltä puuttuneet ankaran talven takia.

Kirjallisuutta

- Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. The changing climate in Finland: estimates for adaptation studies. ACCLIM project report 2009. Finnish Meteorological Institute. Reports 2009:4.
- Kasanen, R. 2009. Metsäpuiden sienitaudit. Metsäkustannus. ISBN 978-952-5694-43-7
- Poteri, M. 2008. Taimituho-opas. Metsäntutkimuslaitos, Suomenjoen toimintayksikkö 155 p. ISBN 978-951-40-2099-5.
- Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Metsälehtikustannus. ISBN 952-5118-23-1.

Tuotevääreännökset vaarana kasvinsuojeluaineiden markkinoilla – tapauksia myös Suomessa

Johannes Hahl

Tuotevääreännös on laitton tuote, joka on tahallisesti valmistettu muistuttamaan alkuperäistä tuotetta. Kasvinsuojeluaineiden vääreännöksiä on vaikea havaita, sillä tuotteiden aistinvaraisesti havaittavat ominaisuudet voivat olla samanlaiset.

Kasvinsuojeluaineiden myynnissä tuotevääreännökset ovat jo saaneet merkittävän osuuden. Vääreännösten osuus maailmankaupasta on noin 6 %. Tavaravirtojen kasvu maanosien välillä ja suurten vapaakauppa-alueiden (lue kontrolloimattomien) syntyminen ovat luoneet maaperää vääreännöksille. Vääreännökset ovat yleensä johtavien valmistajien tunnettuja tavaramerkkejä.

Vääreännösten kohteeksi valikoituvat tuotteet, joilla on suuri markkina-arvo verrattuna niiden välittömiin valmistuskustannuksiin. Tällaisia tuotteita ovat mm. lääkkeet ja kasvinsuojeluaineet, joiden saamista laillisesti markkinoille edeltää kallis, noin kymmenen vuotta kestävä tutkimusvaihe sekä hyväksymismenettely. Uuden kasvinsuojeluaineen kehittäminen maksaa noin 200 M €. Myös jo olemassa olevan tehoaineen valmistaja joutuu hakemaan hyväksyntää – joko yhdessä muiden samaa ainetta valmistavien kanssa tai erikseen – sille tehoaineelle ja valmisteelte, jota se aikoo markkinoida EU:n alueella. Vääreännösten valmistajat vältyvät näiltä kustannuksilta.

Kasvinsuojeluaineiden ja lääkkeiden valmistuksessa olennaista on tarkka laadunvalvonta. Valmisteen sisältämän tehoaineen määrän lisäksi on valvottava tarkoin, että myös muut aineosat ovat kohdallaan eikä valmistusprosessissa synny epäpuhtauksia. Valmistajalla oleva tarkka, valmistuseräkohtainen tieto tuotteen koostumuksesta saa aikaan, että taitavinkin vääreännös paljastuu. Vääreännösten valmistajat tietävät, että tuotteensa on joka tapauksessa koko EU:ssa laitton. Heillä ei liene motivaatiota valvoa tuotteensa laatua, kun ei ole tarkoituskaan, että he vastaisivat siitä.

Vääreännökset monenlaisia

Vääreännösten kirjo on laaja. Vääreännös saattaa sisältää oikeaa tehoainetta, mutta sen pitoisuus poikkeaa. Se saattaa sisältää täysin eri tehoainetta, kuin mitä pakkauksessa kerrotaan, ja vielä lisäksi toista tehoainetta, joka käytännössä estää tuotteen aiotun käytön. Tapauksia, joissa epäpuhtautena ollut toinen tehoaine on tuhonnut kasvuston, on lukuisia. Vääreännöksessä voi olla ainesosia, jotka vaikuttavat sen ruiskutusominaisuuksiin.

Vääreännettyä kasvinsuojeluainetta on tavattu myös Suomessa. Kasvinsuojeluaine voi kulkea monen välittäjän kautta ja käydä monessa EU-maassa, ennen kuin se päätyy käyttäjälle. Tuotteen alkuperä häivytetään näin, jotta valmistaja ei joudu siitä vastuuseen. Tuotteen

viljelijälle myynyt välittäjä saattaa olla vääreännöksestä tietämätön.

Rinnakkaistuotteet tarjoavat porsaanreiän

Kasvinsuojeluaineiden rinnakkaisuus toisista EU-maista kasvinsuojeluainelain säännöksiä noudattaen on laillista. Säännökset rinnakkaistuonnista ovat kuitenkin EU:n jäsenvaltioissa epäyhtenäiset, samalla kun valvonta on osoittautunut puutteelliseksi.

Vääreännetyt kasvinsuojeluaineet pääsevätkin voittopuolisesti markkinoille rinnakkais(tuonti)valmisteenä, laillisen toiminnan suojassa. Rinnakkaisvalmisteen lupa hankitaan aidolle valmistelulle, mutta sen rinnalla myydään aidolta näyttävää vääreännöstä. Esimerkiksi Saksassa vuonna 2006 esitetyn arvion mukaan 40–80 % rinnakkaistuontivalmisteista on vääreännöksiä.

Viljelijöiden oikeusturvan kannalta olisi perusteltua, että viranomaisen, Evira, pitäisi netissä listata niistä valmisteista, jotka ovat Suomessa hyväksytyjä rinnakkais(tuonti)valmisteina.

Silminnähden täysin aidon näköinen pakkaus voi sisältää vääreännöstä, mutta kasvinsuojeluaineen osoittautuminen vääreännökseksi on todennäköisintä silloin, kun tuote on hyväksytty rinnakkaistuotteeksi ja se on pakattu uudelleen. Jos alkuperäisen valmistajan merkitsemät tunnistetiedot eivät ole näkyvissä, viljelijän kannattaa miettiä,

mistä se johtuu ja mitä se hänelle merkitsee.

Jos tuotteen valmistajaa ei ole merkitty tai pakkauksen tunnistetiedot eivät ole tuotteen alkuperäisen valmistajan, tuotteella ei ole valmistajaa, jonka puoleen viljelijä voisi kääntyä, jos tuotteessa on jokin pielessä. Silloin vastuuta kantaa, jos jaksaa, ainoastaan myyjä.

Alkuperäinen pakkaus ja siinä olevat valmistajan merkitsemät tunnistetiedot luovat oletettaman, että tuote on aito, mutta sekään ei anna täyttä varmuutta asiasta, koska aidot

tyhjat pakkaukset onnistutaan täyttämään niin, että pakkaus on avaamattoman alkuperäisen näköinen.

Miten välttyä väärennöksiltä ja turvata oikeutensa ostajana?

Väärennöksiltä välttyäkseen viljelijän kannattaa hankkia kasvinsuojeluaineet luotettavalta myyjältä – sellaiselta, jonka liikesuhteet tuotteeseen merkittyyn valmistajaan eivät ole monen välikäden päässä. Aidon

tuotteen ja asiakkaalle kuuluvan oikeusturvan viljelijä saa parhaiten hankkimalla tuntemaltaan myyjältä kasvinsuojeluaineita, jotka ovat alkuperäisvalmisteina hyväksyty Suomessa. Laillisen alkuperän osoittaa esim. kasvinsuojeluaineita ammattimaisesti myyvän yrityksen antama kuitti.

Laillinen rinnakkaistuonti on tarkoitettu viljelijän eduksi. Tuoteväärennökset eivät ole tässä maassa kenenkään etu.

HANKI JA KÄYTÄ VALMISTETTA:

- joka on alkuperäisessä pakkauksessaan
- jossa on alkuperäiset valmistajan merkinnät näkyvissä

Säästä pakkaus, kunnes voit todeta aineen vaikutuksen.



Kuva. Väärennettyä kasvinsuojeluaineen rinnakkaistuotetta Espanjassa.

Julkaisusatoa

M-Planter tuottavuudeltaan Brackea parempi istutuslaite

Rantala, J., Harstela, P., Saarinen, V-M. & Tervo, L. A techno-economic evaluation of Bracke and M-planter tree planting devices. *Silva Fennica* 43(4): 659–667.

Paineet metsänhoitotöiden koneellistamiseen ovat viime vuosina kasvaneet metsätöihin odotettavissa olevan työvoimapulan sekä laskevista kantohinnoista ja nousevista metsänhoitokustannuksista johtuvan metsätalouden kannattavuuden heikkenemisen myötä. Toisaalta yleinen tekninen kehitys ja työolosuhteissa tapahtuneet muutokset hakkuutähteiden energiakäytön lisääntymisen myötä ovat helpottaneet istutustyön koneellistamista.

Metsänistutuksen teknis-taloudellisesti järkevä koneellistaminen voidaan määritellä siten, että peruskoneen ja istutuslaitteen kokonaiskustannukset eivät saa olla liian korkeat suhteessa yhdistelmällä saavutettavaan työn tuottavuuteen.

Tutkimuksessa vertailtiin Bracke- ja M-Planter-istutuslaitteita, jotka asennettiin keskiraskaan telakaivinkoneen puomin päähän. Molemmat laitteet tekevät sekä maanmuokkaus- että istutustyön. Maanmuokkausmenetelmänä on molemmissa laitteissa laikkumätästys. Aiemmista tutkimuksista tiedetään, että Brackella on suotuisissa olosuhteissa edellytykset sekä kustannuksiltaan että laadultaan kilpailukykyiseen työsuoritukseen verrattuna metsurityöhön ja erilliseen kaivinkoneella tehtävään laikkumätästykseen. M-Planterin tuottavuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä ei ole tutkittu aikaisemmin.

Kokeessa oli mukana kaksi kuljettajaa, jotka molemmat käyttivät molempia istutuslaitteita. Brackella kahden ja M-Planterilla yhden taimikasetin istutustyö käsiteltiin aineiston analyysissä yhtenä toistona. Kuljetta-

jat istuttivat joka lohkolle molemmilla istutuslaitteilla 3-4 toistoa. Yhteensä aineisto muodostui 106 toistosta (Bracke 54 kpl; M-Planter 52 kpl), joissa istutettiin yhteensä 16 200 kuusen tainta. Työvaikeustekijät, kivisyys, hakkuutähdepeitto ja kantojen lukumäärä, mitattiin toistoittain.

Päätulokset

- Kivisyys-% vaihteli 0 ja 59 välillä (keskim. 26 %), hakkuutähdepeitto-% 0 ja 37 välillä (9 %) ja kantojen lukumäärä 0 ja 1266 ha⁻¹ välillä (460 ha⁻¹).
- Tehollisen työajan jakautumisessa eri työvaiheisiin ei ollut merkittäviä eroja istutuslaitteiden välillä; työajasta vajaa puolet (47 %) kului varsinaiseen istutus- ja maanmuokkaustyöhön, noin neljännes kaivinkoneen puomin siirtelyyn, noin 15 % taimikasetin täyttöön ja loput hakkuutähteiden siirtelyyn ja peruskoneen ajamiseen.
- Työvaikeudeltaan keskimääräisissä olosuhteissa M-Planterin käyttötuntituottavuus (236 tainta/tunti) oli 36 % korkeampi kuin Bracken (174 tainta/tunti). Näillä tuottavuustasoilla laskettuna istutuksen välittömät yksikkökustannukset olivat M-Planterilla (0,26 €/taimi) 23 % Brackea (0,34 €/taimi) edullisemmat.
- Merkittävin tuottavuuden vaihtelua selittävä tekijä oli molemmilla istutuslaitteilla kuljettaja.
- Kivisyyden ja kantojen lukumäärän kasvu hidasti M-Planterin työtä enemmän kuin Bracken. Toisaalta hakkuutähteiden määrän lisääntyminen heikensi Bracken tuottavuutta enemmän kuin M-Planterin (taulukko 1).

Päätelmiä

Tulosten perusteella maanmuokkaus- ja istutustyö on työvaikeudeltaan keskimääräisillä kohteilla M-Planterilla edullisempaa kuin metsurityönä ja erillisenä

Taulukko 1. Työvaikeustekijöiden vaikutus Bracken ja M-Planterin välisiin käyttötuntikohtaisiin tuottavuus- ja kustannuseroihin.

Työvaikeustekijä		Kivisyys, %			Hakkuutähdepeitto, %			Kantojen lkm, ha ⁻¹		
		0	25	50	0	15	30	0	400	800
M-Planter verrattuna	Tuottavuus	52,1	36,9	18,0	30,2	40,4	52,7	46,6	37,4	27,5
Brackeen, %	Yksikkökustannukset	-31,5	-24,0	-11,8	-20,0	-25,9	-31,8	-29,0	-24,2	-18,3

maanmuokkauksena, kun taas Bracken kustannukset ovat hieman metsurityöhön perustuvaa työketjua korkeammat. Tutkimuksessa esitetyt kustannusluvut eivät kuitenkaan ole sama asia koneellisen istutustyön markkinahinnan kanssa, koska esimerkiksi yrittäjäriskiä ei ole huomioitu kustannusten laskennassa. Lisäksi on huomattava, että työntutkimuksissa on usein havaittu jopa kymmeniä prosentteja korkeampia tuottavuusarvoja kuin samojen koneiden pidempiaikaisissa käytännön seuranta tutkimuksissa.

Istutuslaitteiden tuottavuuden näkökulmasta keskeisiä tekijöitä ovat osaavat kuljettajat ja onnistunut kohdevalinta. Käytännössä myös työn organisoiminen ja taimihuollon onnistuminen ovat tärkeitä tekijöitä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Tulevaisuudessa koneellisen istutustyön tuottavuuden merkittävä nousu edellyttää esimerkiksi jatkuvatoimisuuteen tai korkeamman teknologian hyödyntämiseen perustuvaa teknologiahyppyä.

Juho Rantala

Myyräseurannat apuna myyrätuhoihin varautumisessa

Huitu, O., Kiljunen, N., Korpimäki, E., Koskela, E., Mappes, T., Pietiläinen, H., Pöysä, H. & Henttonen, H. 2009. Density-dependent vole damage in silviculture and associated economics losses at a nationwide scale. *Forest Ecology and Management* 258: 1219–1224.

Myyrien aiheuttamista tuhoista metsänuudistusaloilla on raportoitu laajemmin vasta 1960-luvulta lähtien. Osasyynä raporttien puuttumiseen voi olla se, että tuhoja ei aikaisemmin ole systemaattisesti selvitetty. Eri tutkimuksissa on selvitetty myyrätuhoja paikallistasolla. Samoin myyräkantojen vaihtelusta on olemassa alueitaista tietoa. Sen sijaan myyräkantojen vaihtelun ja tuhojen esiintymisen välisestä riippuvuudesta ei juuri ole tehty tutkimuksia.



Kuva. Talvella 2008–2009 myyrät silppusivat lumen alla ennätysmäärän taimia. (kuva Marja Poteri)

Syksyllä 2005 myyräkannat olivat maassamme korkeimmat 15 vuoteen. Myyrätuhojen laajuutta selvitettiin vuonna 2006 lähettämällä metsänhoitoyhdistyksille kysely, jolla kartoitettiin talven 2005–2006 aikana tapahtuneiden myyrätuhojen määrää kunkin yhdistyksen alueella.

Myyrien vioittamien taimien osuutta verrattiin vastaavilla alueilla Metlan tekemissä seurantapyyntöissä todettuihin myyrien määriin ja myös muissa tutkimuksissa kerättyihin aineistoihin. Myyräseurantapistettä oli maan eri osissa kaikkiaan 15, joista 8 kuului Metlan myyräseurantaverkostoon ja 7 muihin myyrätutkimuksiin.

Kyselystä saatujen tietojen pohjalta laskettiin myös ennuste, kuinka laajalle alueelle myyrätuhot kohdistuivat ja mikä oli näiden tuhojen taloudellinen merkitys.

Päätulokset

- Talven 2005–2006 aikana syntyneistä tuhoista 80 % kohdistui kuusen taimiin, 10 % mäntyyn ja 10 % koi-vun ja muiden puulajien taimiin.
- Aineiston perusteella ei voitu arvioida erikseen eri myyrälajien (lähinnä pelto- ja metsämyyrä) osuutta tuhoissa.
- Ilmoitetut ja varmennetut myyrätuhot kattoivat noin 2600 ha ja syönnin seurauksena menetettiin noin 4,7 miljoonaa taimea.
- Metsänhoitoyhdistysten arvioiden perusteella todellisen myyrätuhon laajuuden arvioitiin kuitenkin olleen lähes kaksinkertainen eli noin 8,5 miljoonaa taimea 5400 ha alueella.
- Talven 2005–2006 myyrätuhojen arvioitiin aiheuttaneen 2,2–4,0 miljoonan euron menetyksen metsänomistajille.
- Ankarimmin tuhoja esiintyi Etelä- ja Keski-Suomessa Häme-Uusimaan, Pohjois-Savon, Pirkanmaan, Keski-Suomen ja Etelä-Savon metsäkeskusten alueella.
- Talven aikaiset tuhot oli ennustettavissa edellisyksyn korkeiden myyräkantojen perusteella.
- Myyräkantojen vuosittaista seurantaa voidaan pitää hyvänä menetelmänä myyrätuhojen määrän ennustamiseksi.
- Myyrätuhoja tulee esiintymään jatkossakin, mikäli viimeaikainen myyräkantojen voimakas vaihtelu jatkuu samankaltaisena.

Myyrätuhojen torjunnassa on yhdistettävä useita eri menetelmiä: istutusta tulisi välttää vuosina, jolloin kanta on tavanomaista suurempi, heinäkavillisuus on torjuttava mahdollisimman tehokkaasti ja lisäksi on hyvä käyttää taimisuoja. Myyriä voi myös pyydystää loukuilla ja jossain tapauksissa asettaa myrkkysyöttejä, mikäli tarkoitukseen hyväksytyjä valmisteita on markkinoilla saatavissa.

Marja Poteri

Uutta tietoa tukkimiehentäin ravintolähteistä ja taimien mukautumisen merkityksestä syöntivioituksista toipumiseen

Wallertz, K. 2009. Pine weevil feeding in Scots pine and Norway spruce regenerations. Väitöskirja. Etelä-Ruotsin metsän tutkimuskeskus. Ruotsin maatalousyliopisto. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2009:60. Väitöskirjan yhteenveto löytyy myös osoitteesta: <http://diss-epsilon.slu.se/archive/00002101/>

Kristina Wallertzin väitöskirja tarkastettiin syksyllä 2009 Alnarpissa Etelä-Ruotsissa. Kristinan väitöskirja käsitteli tukkimiehentäin ravintokäyttäytymiseen ja tukkimiehentäin syönnin vähentämiseen liittyviä tekijöitä. Tavoitteena oli selvittää, miten erilaiset ravintolähteet, suojuupuut ja niiden poisto vaikuttavat tukkimiehentäin syöntiin sekä kuinka taimen uudistusosalalle mukautuminen vaikuttaa havupuun taimien kestävyteen tukkimiehentäin syöntiä vastaan.

Väitöskirjan alussa ja lopussa olevista kirjallisuustarkasteluista voisi poimia suomalaisittain mielenkiintoisimpina yksityiskohtina mm. seuraavaa:

- Vaikka aikuiset tukkimiehentäit voivat lentää pitkiäkin matkoja, keskimääräinen siirtymismatka eteläisessä Ruotsissa on lyhyt. Tämä lienee totta myös Etelä- ja Keski-Suomessa, jossa sopivia uudistusaloja, joilla on tuoreita kantoja tai hakkuutähteitä on yleensä runsaasti tarjolla.
- Keväällä tukkimiehentäipopulaatio voi olla todella suuri, kun hyönteiset lentävät kohteelle (keskimäärin 14 000 yksilöä/ha). Yksi yksilö syö noin 0,2 cm² kuorta/päivä. Näistä luvuista voi päätellä, että syöntipaine uudistusosalalla voi olla todella iso.
- Tukkimiehentäit syö useiden puulajien runkoa, mutta suosii kuitenkin havupuita.
- Optimilämpötila tukkimiehentäin aktiivisuudelle on 20 °C. Sen yli tai alle olevissa lämpötiloissa aktiivisuus vähenee.
- Lisääntyvät naaraat syövät yli 50 % enemmän kuin koiraat tai ei-lisääntyvät naaraat.
- Isossa-Britanniassa, Irlannissa ja Ruotsissa on vireillä hankkeita, joissa selvitetään biologisen torjunnan (esim. erilaiset loiset) mahdollisuutta pienentää tukkimiehentäipopulaatioita.
- Tutkimukset kantojen noston vaikutuksista tukkimiehentäin syöntiin ovat vasta meneillään, mutta yhdestä tutkimuksesta on jo tuloksia.
- Maanmuokkauksen ja nimenomaan kivennäismaapinnan tukkimiehentäin syöntiä estävä vaikutus perustuu siihen, että vaikka tukkimiehentäit on yhtä paljon kivennäismaapinnalla kuin muullakin pinnalla, hyönteiset liikkuvat sillä nopeammin ja suurempaa. Tämä taas johtunee piilopaikkojen puutteesta, kuumemmista olosuhteista kivennäismaapinnalla ja suuremmasta riskistä joutua vihollisen syömäksi.

- Metsänreunassa tukkimiehentäin tuhot ovat vähäisempiä kuin keskellä aukkoa.

Väitöskirjan päätuloksia

- Tukkimiehentäiden ravintolähteitä ovat:
 - humuskerroksessa olevat havupuiden juuret on yksi tärkeimmistä ravintolähteistä (syöty juuripinta-ala 2,6 m²/ha)
 - muiden lajien, esimerkiksi mustikan juuret kelpaavat myös, joskin syönti vähäisempää (syöty juuripinta-ala 0,3 m²/ha)
 - isojen puiden latvukset, joskin niihin syönti kohdistuu vain lyhyen aikaa keväällä, kun hyönteiset lentävät kohteelle
 - tuoreet havupuiden oksat: kun oksat kuivuvat, niiden kelpaavuus vähenee muutaman viikon aikana
- Edellä mainitut ovat taimiakin tärkeämpiä ravintolähteitä ja esimerkiksi tuoreet oksat vähensivät taimiin kohdistunutta syöntiä: niistä ei kuitenkaan ole käytännön menetelmäksi, sillä tuoreita hakkuutähteitä olisi vietävä säännöllisin välein, jotta ne tehoaisivat.
- Suojuuspuuston on todettu vähentävän tukkimiehentäin tuhoja. Sitä, miksi näin on, ei saatu tutkimuksessa selville. Kun siemen- tai suojuupuut poistetaan, niiden kantojen ja hakkuutähteiden tukkimiehentäin tuhoja lisäävä vaikutus on samanlainen kuin avohakkuun jälkeenkin. Yhdessä osatutkimuksessa saatiin selville, että poistoajankohtaan mennessä taimien on oltava riittävän paksuja ja elinvoimisia, jotta ne kestävät tukkimiehentäin syöntiä.
- Tutkimuksessa kokeiltu taimien ravinnetankkaus ei vaikuttanut tukkimiehentäin syöntiin. Tämä on ristiriidassa useimpien aiempien tulosten kanssa, joissa taimien korkeammat ravinnepitoisuudet ovat lisänneet syöntiä. Selitystä ristiriitaiselle tulokselle ei väitöskirjantekijä osannut kertoa.
- Yhdessä osatutkimuksessa selvitettiin taimien mukautumisen vaikutusta tukkimiehentäin tuhoihin estämällä tukkimiehentäin syönti heti istutuksen jälkeen. Kun suoijat taimien ympäriltä poistettiin, tukkimiehentäit ruokailivat taimilla, osin jopa enemmän kuin ilman suojausta olleilla taimilla. Syönnistä huolimatta suoijatut, istutusosalalle mukautuneet taimet kestivät syöntivioitukset paremmin eli kuolleisuus oli vähäisempää kuin suojaamattomilla, uudistusosalalle vielä mukautumattomilla taimilla.

Johtopäätöksiä

Väitöskirja antoi tärkeää tietoa tukkimiehentäin ravinnosta ja ravintokäyttäytymisestä. Taimet ovat vain pieni osa tukkimiehentäin ravintolähteistä, sillä esimerkiksi isojen puiden latvukset että havupuiden ja varpujen juuristot ovat kenties taimiakin tärkeämpiä ravinnonlähteitä.

Metsänhoidollisten menetelmien ja toimenpiteiden kehittämisen kannalta mielenkiintoisin tulos oli se, et-

tä kaikki toimenpiteet, joilla taimien mukautumista ja elinvoimaisuutta istutuksen jälkeen voidaan nopeuttaa ja parantaa, auttavat todennäköisesti vähentämään myös tukkimiehentäin syönnistä aiheutuvia taimienetyksiä.

Jaana Luoranen

Suojaako minitaimien kemiallinen koostumus niitä tukkimiehentäin syönniltä?

Danielsson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. & Borg-Karlson, A.-K. 2008. Mini-seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 299–306.

Havupuiden pihka sisältää runsaasti kemiallisia yhdisteitä, kuten erilaisia terpeenejä, jotka antavat suojan puuta syövilta kovakuoriaisilta. Tiedetään myös, että eräät terpeeniyhdisteet houkuttavat hyönteisiä. Tukkimiehentäitä houkuttelee pihka-aineista erityisesti α -pineeni, kun taas limoneenilla on havaittu karkottava vaikutusta.

Havupuissa olevien pihka-aineiden lisäksi eräät muut kemialliset yhdisteet ovat olleet kiinnostuksen kohteena tutkittaessa taimien houkutus- tai karkotusvaikutuksia tukkimiehentäihin. Tällaisia ovat esimerkiksi fenoliyhdisteet, elävästä vihreästä solukosta ilmaan vapautuvat haihtuvat yhdisteet ja ns. kasvien signaaliyhdisteet, kuten metyylijasmonaatti.

Taimien iän ja kasvupaikan tiedetään vaikuttavan tukkimiehentäituhojen määriin. Kookkaat taimet ovat pienempiä taimia kestävämpiä syöntiä vastaan ja luontaisesti syntyneet taimet ovat selviytyneet vastaavankokoisia istutettuja taimia paremmin tuhoilta. Luontaisten taimien paremman kestävyuden on esitetty johtuvan mm. niiden erilaisesta pihkan erityksestä/koostumuksesta.

Ruotsissa on tutkittu 2000-luvun alusta lähtien minitaimien käyttöä tukkimiehentäin tuhojen vähentämisessä. Kokeita tehtiin aluksi männyn minitaimilla, joissa todettiin tukkimiehentäin syöntiä puolet vähemmän kuin tavanomaisissa männyn istutustaimissa (12 % vs 27 %). Myöhemmin minitaimia on kokeiltu myös kuusen istutuksessa, jossa tulos on jäänyt vain hieman heikommaksi (syönti minitaimilla 19 % ja tavanomaisilla istutustaimilla 28 %).

Taimen haju ohjaa tukkimiehentäitä

Ruotsalaistutkijat ovat tutkineet tekotaimen avulla, millä perusteella tukkimiehentäi valitsee taimen. Taimijäljitelmat eivät kiinnostaneet kuoriaisia yhtä paljon kuin aidot taimet, minkä lisäksi hyönteiset hakeutuivat use-

emmin sekä jäljitelmille että aiduille taimille, kun niihin lisättiin taimen hajua asettamalla ylimääräisiä ver-

son paloja. Kuusen paakkutaimilla tehdyssä tutkimuksessa haluttiin lisäselvyyttä siitä, onko myös kuusen minitaimi tavanomaista tainta kestävämpi tukkimiehentäin tuhoja vastaan ja eroaako terveen ja vioitetun minitaimen kemiallinen koostumus tavanomaisesta taimesta.

Kokeet tehtiin Jiffy 18 paakkuihin (paakun tilavuus 13 ml) maaliskuussa kylvetyillä ja 10 viikkoa kasvate- tuilla minitaimilla. Taimitarhalla minitaimet oli kasvatettu kahdella ohjelmalla: toisessa taimet kasvoivat koko 10 viikon jakson muovihuoneessa ja toisella ohjelmalla taimet olivat 7 viikkoa muovihuoneessa ja 3 viikkoa ulkona. Verrokina käytettiin edellisvuoden maaliskuussa kylvetyjä tavanomaisia 1-vuotiaita pakkasvarastoituja kuusen PL81 paakkutaimia.

Kesäkuun alussa vuonna 2001 Keski-Ruotsissa sijaitsevalle istutuslalle istutettiin 300 kuusen tainta. Aukko oli hakattu kaksi vuotta aikaisemmin ja äestetty edellisyyksynä. Taimet istutettiin kivennäismaahan välttämällä humusta ja äesvaon pohjaa. Taimien syönti, kunto sekä kasvu mitattiin kolmena istutuksen jälkeisenä syksynä 2001, 2002 ja 2003. Taimien kemialliset analyysit tehtiin keväällä laboratoriossa, missä tukkimiehentäin syöntiä jäljiteltiin poistamalla neulalla koetaimien tyveltä kuorta ja nilaa.

Päätulokset

- Istutusvuoden syksyllä minitaimia syötiin vain 1–2 %, kun tavanomaisista kuusen taimista oli vioitettu 33 %.
- Kaksi vuotta istutuksen jälkeen minitaimista oli syöty 3,5 % ja tavanomaisista taimista 55 %.
- Minitaimia, jotka olivat kasvaneet ensin 7 viikkoa muovihuoneessa ja 3 viikkoa ulkona, syötiin hieman vähemmän kuin 10 viikkoa muovihuoneessa kasvatettuja.
- Taimien kuolleisuus kolmen kasvukauden jälkeen ei eronnut tilastollisesti; minitaimien kuolleisuus oli 16 % ja 20 % ja tavanomaisien taimien 25 %.
- Minitaimilla eniten tuhoja aiheutti kuivuus.
- Tavanomaiset taimet selviytyivät minitaimia paremmin syönnistä: kahden kasvukauden jälkeen tavanomaisista taimista 60 % oli toipunut, kun taas kuudesta syödystä minitaimesta vain yksi taimi.
- Tavanomaiset taimet olivat 13 cm minitaimia pitempiä vuosi istutuksen jälkeen, mutta minitaimien paremmasta kasvusta johtuen eri taimityyppien pituudet eivät eronneet toisistaan kokeen lopussa kolmen vuoden kuluttua.
- Vioittamattomista taimista tutkittiin mahdollisia karkottavia yhdisteitä; tavanomaiset taimet erittivät keskimäärin enemmän haihtuvia terpeeniyhdisteitä kuin minitaimet, mutta tavanomaisissa taimissa oli myös vähän terpeeniä erittäviä yksilöitä.

- Käsittelemättömät sekä tavanomaiset että minitaimet erittivät tukkimiehentäitä karkottavaksi todettua limoneenia, mutta minitaimien ja tavanomaisten taimien limoneenin kemiallinen koostumus oli erilainen.
- Vioitetuilla taimilla tutkittiin mahdollisia houkuttelevia yhdisteitä; tavanomaiset taimet erittävät pieniä määriä tukkimiehentäitä houkuttavaa α -pineeniä, kun taas minitaimista haihtui lehtivihreästä vapautuvia yhdisteitä, joiden uskotaan vaikuttavan hyönteisten ravinnonvalintaan.
- Taimista vapautuvat haihtuvat yhdisteet voivat selittää, miksi tukkimiehentäi karttaa minitaimia; lisätutkimuksia tarvitaan mm. siitä, kuinka pitkään minitaimilla on tämä ominaisuus ja onko se 'siirrettävissä' isompiin taimiin.

Marja Poteri

Kantojen nosto voi vähentää tukkimiehentäin tuhoja

Rahman, Yeasinur A.K.M. 2009. Effect of stump lifting to the pine weevil (*Hylobius abietis*) damage on Norway spruce (*Picea abies*) seedlings. Pro gradu –työ. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 41 s.

Kantojen noston vaikutusta tukkimiehentäin aiheuttamien tuhojen määriin tutkittiin viidellä kannonnostokoealalla ja viidellä vertailukoealalla, joilla kannot oli jätetty nostamatta. Koealueiden metsiköt oli hakattu talvella 2007–2008 ja kannonnosto sekä kannonnoston yhteydessä tehty mätästys oli tehty keväällä 2008. Vertailualueista vain yksi oli mätästetty koneellisesti toukokuussa 2008, jolloin koetaimet istutettiin. Muille vertailualueille tehtiin kuokkalaikutus ennen istutusta.

Taimet istutettiin touko-kesäkuussa 2008. Syksyllä 2008 taimien kasvu, kunto sekä taimikuolleisuuden syyt inventoitiin. Lisäksi määritettiin istutuskohtan laatu luokittelemalla kivennäismaan ja humuksen osuus taimen ympärillä.

Koealoista 6 sijaitti Pohjois-Karjalassa ja 4 Jämsässä ja Korpilahdella. Kaikkiaan kymmenelle koealalle istutettiin 1025 yksivuotiaista kuusen paakkutainta.

Päätulokset

- Ensimmäisenä kasvukautena kantojen nostoalueilla taimista selvisi ilman syöntiä 55 % ja vertailualueilla 48 %; taimista kuoli kantojen nostoalueilla 34 % ja vertailualueilla 40 %.
- Elävien eriasteisesti syötyjen taimien määrät eivät eronneet kannonnosto- ja vertailualueilla.
- Vertailualueilla taimien istutuskohtasta 77 % sisälsi pääasiassa humusta ja kannonnostoalueilla vastaava osuus oli 39 %, mikä johtui kannonnostalojen ko-

neellisesta muokkauksesta. Humus istutuskohtan ympärillä lisäsi myös tässä tutkimuksessa merkittävästi taimien altistumista tukkimiehentäin syönnille.

- Taimien pituuskasvu ensimmäisenä kesänä oli kaikissa syöntiluokissa (syönti 0<25 %, 25–50%, yli 50 % ja syötiin kuolleet) pienempi kannonnostoalueilla kuin vertailualueilla.
- Samoin riippumatta mättään muokkausjäljestä (kivennäismaan osuus istutuskohtassa) kannonnostoalueilla taimien pituuskasvu oli heikompi kuin vertailualueilla.
- Syynä taimien heikkoon pituuskasvuun oli todennäköisesti se, että kannonnostokohteilla mätästys oli tehty ennen kantojen poisajoa. Kannonnostoalueilla mätätäitä jää ajokoneen alle, mikä todennäköisesti alentaa mättään laatua.
- Kantojen nosto tulisi tehdä ennen kuin tukkimiehentäi on ehtinyt alkukesällä munia kantoihin, koska tällöin kasojen kosteammassa sisäosissa juurissa kuoren alla olevat toukat voivat jatkaa kehittymistä aikuisiksi.

Marja Poteri



Kuva. Kantojenkorjuun ja metsässä varastoitujen kanto-kasojen vaikutuksia tutkitaan Metlassa esimerkiksi BIO (Bioenergiaa metsistä) -tutkimus- ja kehittämisohjelmassa, <http://www.metla.fi/ohjelma/bio/> (kuva Metla/Erkki Oksanen)

Kantojen nosto vaikuttaa vapautuvan hiilen ja typen määriin uudistusalalla

Palviainen, M., Finér, L., Laiho, R., Shorohova, E., Kapitsa, E. & Vanha-Majamaa, I. 2010. Carbon and nitrogen release from decomposing Scots pine, Norway spruce and silver birch stumps. *Forest Ecology and Management* 259: 390–398.

Hakkuun jälkeen uudistusalalla lahoavaa puuainesta on eniten kannoissa. Tutkimusten mukaan päätehakkuvaiheessa kannoissa on puiden biomassaan sitoutuneesta hiilestä 15–20 % ja tyypeistä 8–15 %. Kantojen merkitys hiilen ja ravinteiden kierrossa tunnetaan toistaiseksi huonosti. Kannot voivat olla pitkäaikaisia hiili- ja ravinnevarastoja, sillä ne hajoavat hitaammin kuin juuret, oksat ja neulaset. Erityisesti puiden käyttöön vapautuvalla tyypellä on merkitystä, koska metsämaassamme tyypeä on luontaisesti niukasti.

Lisääntyneen bioenergian käytön vuoksi on myös kannonostoon käytettävä pinta-ala kasvanut nopeasti, esimerkiksi vuodesta 2006 vuoteen 2007 pinta-alan kasvu oli 50 %.

Kuusen kantoja korjataan uudistusaloilta tällä hetkellä 0,3 milj. kuutiometriä vuodessa.

Kantojen lahoamisessa vapautuvan hiilen ja typen määrää tutkittiin Hämeessä mustikkatyyppin kuusivaltaisissa metsissä, missä sekapuustona kasvoi mäntyä ja koivua. Hakkuuvaiheessa kuuset ja männyt olivat noin 100-vuotiaita ja koivut 80 vuotta vanhoja. Päätehakkuun jälkeen muokatuille aloille oli istutettu kuusen taimet.

Tutkitut kannot olivat lahonneet päätehakkuun jälkeen metsässä ennen näytteidenottoa 0, 5, 10, 20, 30 ja 40 vuotta. Kantonäytteet kerättiin kesällä 2006; otoksessa männyn kantoja oli 55, kuusen 123 ja koivun 43 kappaletta. Kannoista määritettiin niiden lahoasteet (luokat 1–4, kuori ja puuaines erikseen) ja kustakin laholuokasta otettiin näytteitä ravinneanalyysiin.

Päätulokset

- Hiiltä ja tyypeä vapautui koivun kannoista nopeammin kuin havupuiden kannoista.
- 40 vuodessa koivun kannot menettivät 90 % hiilestään ja havupuiden kannot 78 %.
- Typen määrä kannoissa lisääntyi, mikä viittasi siihen, että tyypeä tuli kantoihin ulkopuolelta. Tämä tyyppi voi olla peräisin maaperästä tai ilmasta. Hajottajasienet voivat kuljettaa tyypeä hajotettavaan materiaaliin ympäröivästä maasta rihmastoja avulla ja hajottajabakteerit voivat sitoa tyypeä ilmakehästä. Myös typpilaskeumana tuleva tyyppi voi pidäytyä hajoaviin kantoihin.
- 40 vuoden hajoamisen aikana männyn kannoissa typen määrä lisääntyi 1,7-kertaiseksi ja kuusen kannoissa

sa vastaavasti 2,7-kertaiseksi verrattuna alkutilanteeseen.

- Koivun kannoista vapautui tyypeä vasta, kun kannot olivat lahonneet 20 vuotta tai kauemmin.
- Koivun kannoista vapautui 40 vuoden aikana keskimäärin 59 % kantoihin varastoituneesta tyypeästä.
- Tulokset osoittivat, että ensimmäisen viiden vuoden aikana hakkuusta männyn kantoihin sitoutui tyypeä 2,2–2,8 kg/ha vuodessa ja kuusen kantoihin vastaavasti 1,4–1,8 kg/ha. Määrä on suhteellisen suuri, kun sitä verrataan ilman typpilaskeumaan (1–6 kg/ha vuodessa) tai kasvillisuuden typenottoon avohakkuualoilla ja nuorissa metsissä (7–14 kg/ha vuodessa).
- Männyn, kuusen ja koivun kannot sitovat pitkän aikaa hiiltä ja toimivat typen nieluina, mikä voi vähentää typen huuhtoutumista hakkuualalta.
- Kantojen korjuussa tyypeä poistuu metsäekosysteemistä paitsi korjattavan kantobiomassan mukana, myös mahdollisesti lisääntyneen typen huuhtoutumisriskin seurauksena

Marja Poteri

Kontortamännyn versosurmankestävyys kiinnostaa taas Ruotsissa

Bernhold, A., Hansson, P., Rioux, D., Simard, M. & Laflamme, G. 2009. Resistance to Gremmeniella abietina (European race, large tree type) in introduced Pinus contorta and native Pinus sylvestris in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 39:89–96.

Surmakka on yleinen sieni männyllä, joka aika ajoin aiheuttaa versosurmaepidemioita Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Aasiassa. Menneinä vuosikymmeninä versosurma on saanut aikaan merkittäviä tuhoja myös taimitarhoilla, minkä vuoksi tautia on torjuttava männyltä.

Tutkimusten mukaan sienestä on olemassa ainakin kolme tyyppiä, jotka ovat valikoituneet eri-ikäisille puille ja eri olosuhteisiin. Fennoskandiassa on tunnistettu sienestä kaksi muotoa: pohjoinen eli pienissä taimivaiheen männnyissä ja lumipeitteen alla esiintyvä (B-tyypin surmakka, STT=small tree type) ja eurooppalainen pääasiassa isoja puita tartuttava tyyppi (A-tyypin surmakka, LTT=large tree type). Kolmas surmakan tyyppi esiintyy Pohjois-Amerikassa.

Ruotsissa on ollut viimeisen 25 vuoden aikana kaksi merkittävää surmakka-epidemiaa. Taimia tartuttava B-tyyppi aiheutti Pohjois-Ruotsin kontortaistutuksissa ankaran tuhon 1980-luvun lopulla. Tartuntaa autoivat selvitysten mukaan viileät ja sateiset edeltävät kasvukaudet sekä taimien painuminen lumikuorman alla heikon juuristonmuodostuksen vuoksi. Tuhon voimakkuuden takia Ruotsissa päätettiin rajata korkealla sijait-

sevat ja ilmastollisesti ankarat alueet kontortan viljelyn ulkopuolelle.

Toinen, ja Ruotsin huomattavin, versosurmaepidemia oli vuosina 2001–2003, jolloin yli 400 000 ha kasvatismännikköä jouduttiin puhdistamaan joko päätehakkuihin tai harvennuksiin. Kontortamännnyillä ei kuitenkaan esiintynyt merkittäviä tuhoja 2000-luvun epidemiassa, jonka aiheutti isoja puita tartuttava A-tyyppin surmakka.

Nopeakasvuisten kontortan viljelyyn on Ruotsissa virinnyt uutta mielenkiintoa, samalla kun valtio tekee ilmastostrategiaansa. 1980-luvun lopulla versosurmatuhoja kontortalla aiheutti B-tyyppin surmakka. A-tyyppin surmakan kanssa ei haluta ottaa samaa riskiä uusissa mahdollisissa viljelykohteissa, joiden ulkopuolelle on jo jätetty B-tyypille alttiiksi tiedetyt alueet.

Kanadassa on todettu banksin-männnyllä ja myös paikallisella kontortalla luontaista kestävyttä A-tyyppin surmakkaa vastaan. Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, ovatko kontortamännnyin taimet alttiita A-tyyppin surmakalle Ruotsin pohjoisosissa.

Tutkimusta varten istutettiin 200 yksivuotiasta kontortan ja 100 yksivuotiasta männyn tainta vuoden 2001–2003 versosurmaepidemian aiheuttamiin aukkoihin Uumajan lähelle. Näillä kohteilla surmakan A-tyyppin itiötartuntaa oli tarjolla, koska sientä esiintyi aukkojen reunapuuston latvuksissa. Istutustaimien kunto inventoitiin yksi ja kaksi vuotta istutuksen jälkeen samoin kuin seurattiin versosurman itiöpesäkkeiden muodostusta ja määritettiin taudinaiheuttajatyypit. Taimien toipumista versosurman aiheuttamista latvan menetyksistä tutkittiin maastossa ja mikroskooppinäytteistä.

Päätulokset

- Kaksi vuotta istutuksen jälkeen 45 % kontortamännnyistä oli saanut versosurmatartunnan, kun metsämännnyistä 32 % oli infektoitunut. Kontortalla tautiuolleisuus oli kuitenkin alhaisempi ja taudista toipuminen parempaa kuin männnyllä.
- Kontortalla latvakasvaimesta infektoitui lyhyempi osa (4 cm) kuin männnyllä, jolla versosta kuoli keskimäärin 10 cm.
- Kaksi vuotta istutuksen jälkeen 47 % kontortan taimista oli kasvattanut uuden korvaavan latvan, kun männnyistä vain 19 %. Syynä todennäköisesti on se, että kontortalla tautia esiintyi vain kuluvan vuoden kasvaimessa, kun taas männnyllä tauti levisi useammin myös edellisvuoden kasvaimen.
- Mikroskooppitutkimusten mukaan sekä kontorta että metsämännny muodostivat infektoituneen verson soluksoon surmakan kasvua estävän vyöhykkeen, joka eristi sienien terveestä solukosta.
- Muista syistä (mm. tukkimiehentäi, kuivuus) tuhoutui 10 % kontortan ja 11 % männnyin taimista.
- Kaksi vuotta istutuksen jälkeen kasvatuskelpoisiksi luokiteltuja (infektoitumattomia ja taudista toipuneita) taimia oli kontortalla 59 % ja männnyllä 56 %.
- Tulosten perusteella kontortan pienet taimet ovat männnyä kestävämpiä A-tyyppin surmakalle, mutta tutkijoiden mukaan kestävyttä on tutkittava lisää laajemmissa kenttäkokeissa. Näihin tulisi sisällyttää myös vanhempia puita ja useita eri kontorta-alkuperiä, joiden versosurman kestävyttä tulisi testata myös ilmastollisesti erilaisina vuosina.

Marja Poteri

Pohjoismainen metsätaimitarharetkeily järjestetään *Ruotsissa syksyllä 2010*

Seuraa tiedotteita Nordgen Metsän kotisivulta:
www.nordgen.org/index.php/skand/content/view/full/1191

ja Metlan taimitietopalvelun Ajankohtaista-sivulta:
<http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm>

PUUPPELTO-GALTY

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



ÄH! PÄÄTÄ SÄRKEE TAAS!

MENISIT LÄÄKÄRIIN!



VIIME VIIKOLLA VIIMEKSI EKSYIN TERVEYS- KESKUKSEEN...



...MISSÄ OLI VASTASSA JOKU NUORI KLOPPI... IHAN OIKEA VALELÄÄKÄRI!!!



NÄKI PÄÄTTELTÄÄN, ETTÄ OLEN "METLALLA" TOISSÄ JA DIAGNOSOI MINUN JÄÄNEEN KAATUVAN PUUN ALLE!

HEH- HEH!

MITÄS SINÄ, SANAL- VALMIS TUTKIMUS- MESTARI, SIIHEN ?



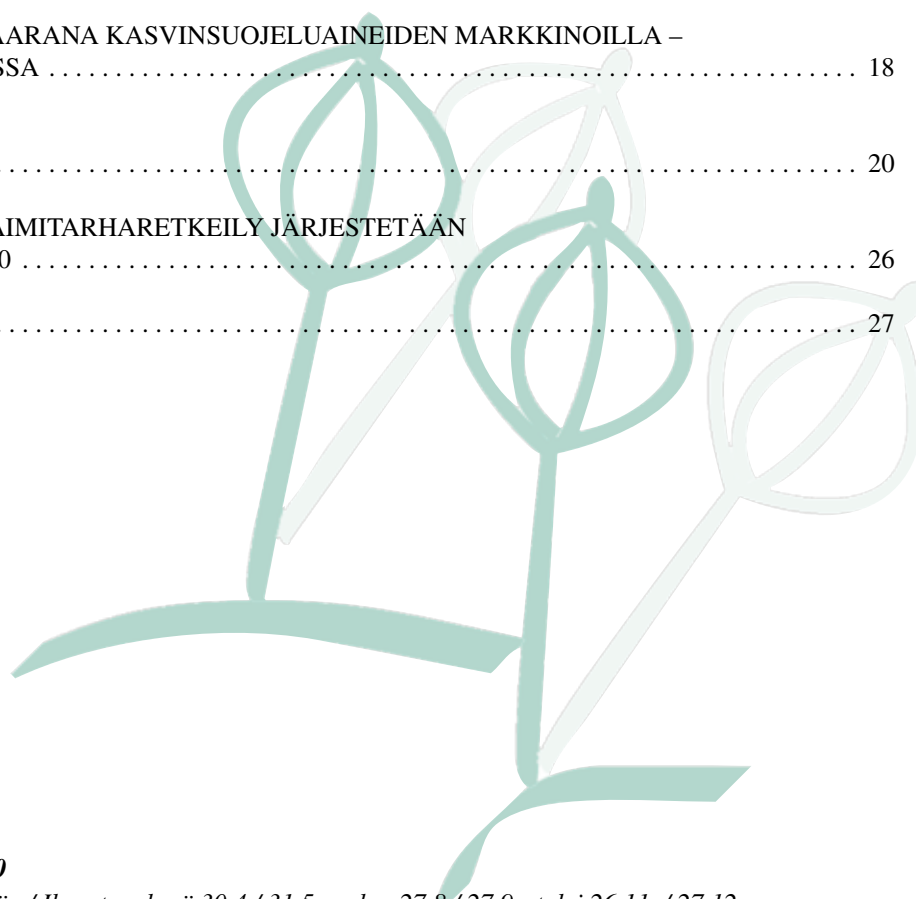
OLIN KUIN PUULLA PÄÄHÄN LYÖTY... JA LUPASIN OLLA "TOHTORIN" PÄÄNSÄRKY KUNNES HÄNET EROTETAAN...

JORGECHIO

Sisällys

Taimiuutiset 1/2010

KIRJOITTAJAT	2
METSÄT JA TAIMIKOT SUOMEN TALVESSA..... <i>Reijo Solantie</i>	3
LAIKKUMÄTÄSTYKSEN TOIMIVUUS KOILLISMAALLA..... <i>Oili Tarvainen, Saara Rautiola, Maire Nissi, Samuli Kempainen, Reijo Seppänen ja Eero Kubin</i>	4
MITEN KUUSEN VILJELY ONNISTUU HIENOJAKOISILLA SAVIMAILLA?	6
<i>Juha Heiskanen ja Timo Saksa</i>	
KEVÄTFENOLOGIA OSOITTAUTUNUT ENTISTÄ TÄRKEÄMMÄKSI KUUSEN JALOSTUKSESSA.....	9
<i>Marja-Leena Napola</i>	
SIITEPÖLYN KAUKOKULKEUTUMINEN JA SIITEPÖLYKILPAILU MÄNNYILLÄ.....	12
<i>Saila Varis</i>	
MÄNNYN SIEMENVILJELYKSET.....	14
<i>Matti Haapanen ja Saila Varis</i>	
ILMASTON LÄMPENEMINEN JA KASVITAUDIT PUILLA.....	15
<i>Arja Lilja, Päivi Parikka, Jarkko Hantula ja Anna Rytönen</i>	
TUOTEVÄÄRENNÖKSET VAARANA KASVINSUOJELUAINIEN MARKKINOILLA – TAPAUKSIA MYÖS SUOMESSA	18
<i>Johannes Hahl</i>	
JULKAISUSATO.....	20
POHJOISMAINEN METSÄTAIMITARHARETKEILY JÄRJESTETÄÄN RUOTSISSA SYKSYLLÄ 2010	26
PUUPELTOCITY.....	27



Taimiuutiset-lehti vuonna 2010

Aineistot toimitettava viimeistään / Ilmestyy: kesä 30.4 / 31.5.; syksy 27.8 / 27.9.; talvi 26.11. / 27.12.