

t a i m i .

uutiset 4/2005



S U O N E N J O E N T O I M I N T A Y K S I K K Ö

METLA

Tässä numerossa mm.

- KUUSENTAIMIEN JUROMINEN JA KASVUTAPA
- METSÄPUIDEN SIEMENLABORATORIO ALOITTA
- KUUSEN KÄPY- JA SIEMENTUHOILAISTEN HAASTAVA TORJUNTA
- KASVUALUSTAT KANSAINVÄLISESSÄ TARKASTELUSSA
- HEINÄTORJUNTA PELLONMETSITYKSESSÄ
- JULKAISUSATO



Yhteistyössä mukana:

FIN TAIMI Oy
Savilahdentie 6
70210 KUOPIO

Forelia Oy
PL 412
40101 JYVÄSKYLÄ

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 JORONEN

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

Taitto Eija Lappalainen

Kansikuva
Metsäpuiden siementutkimusta lisätään Metlassa.
Kuva Pekka Voipio.

SISÄLLYS

METSÄMAATIETEEN TUTKIMUSHAASTEITA _____ <i>HANNU ILVESNIEMI</i>	3
JUROVATKO KUUSENTAIMET? _____ <i>JUHA HEISKANEN</i>	4
ENNALTAMÄÄRÄYTYNYT JA VAPAA KASVU _____ <i>RISTO RIKALA</i>	6
METSÄPUIDEN SIEMENLABORATORIO METLAN SUONENJOEN TOIMINTAYKSIKÖÖN _____	7
SUONENJOELLA TORJUNTA-AINETARKASTUKSESSA HENKILÖMUUTOS _____	7
<i>BACILLUS THURINGIENSIS</i> -RUISKUTUSKOKEET KUUSEN SIEMENVILJELYKSELLÄ RUOTSISSA _____ <i>TIINA YLIOJA</i>	8
KASVUALUSTAKUULUMISIA "INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GROWING MEDIA"-SEMINAARISTA RANSKASTA _____ <i>MARJA-LIISA JUNTUNEN JA ANNA-MARIA VEIJALAINEN</i>	12
PINTAKASVILLISUUDEN TORJUNNAN VAIKUTUS RAUDUSKOIVUN PELLONMETSITYSTULOKSEEN _____ <i>JYRKI HYTÖNEN JA PAULA JYLHÄ</i>	16
METSÄNJALOSTUS AIHEENA POHJOISMAISELLA TAIMITARHA- RETKEILYLLÄ SKÄNESSÄ _____ <i>MARJA POTERI</i>	18
MASSATUOTANTOON SOVELTUVA MENETELMÄ KUUSEN KASVULLISEEN LISÄYKSEEN _____ <i>MARJA POTERI</i>	22
MÄNNYNSIEMENVILJELYKSEN KONEELLISESTA LISÄTUULETUKSESTA EI APUA PÖLYTTYMISONGELMIIN _____ <i>MARJA POTERI</i>	22
JULKINEN TORJUNTA-AINEREKISTERI KASVINTUOTANNON TARKASTUSKESKUKSEN (KTTK) KOTISIVUILLE _____ <i>JOUNI ROKKANEN</i>	23
JULKAISUSATOJA _____	24
PUUPELTOCITY _____	28

Toimittaja Marja Poteri
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen toimintayksikkö
Marja.Poteri@metla.fi

Julkaisija
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen toimintayksikkö

Tilaukset
Tilaushinta vuodeksi 2006 on 35
euroa. Taimiuutiset ilmestyy neljä
kertaa. Tilaukset toimittajalta.

ISSN 1455-7738
Dark Oy, Vantaa 2005

METSÄMAATIETEEN TUTKIMUSHAASTEITA

Hannu Ilvesniemi, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö

Kaikeen tieteellisen työn perustana on oltava hyvä tutkimus. Lähestyessään ongelmaa tai muuten tärkeää kysymystä tutkijan tehtävänä on luoda mielessään, paperilla tai tietokoneella aikaisempaan tietoon perustuva malli tutkittavaan ilmiöön olennaisesti vaikuttavista tekijöistä ja niiden välisistä riippuvuuksista sekä suunnitella koe, jonka avulla voidaan testata, tukivatko koetulokset ajateltua mallia. Monasti ajatusten pätevyyttä testataan myös keräämällä tietoa luonnosta niin kattavasti, että tutkija voi varmistua oman käsityksensä oikeellisuudesta tai tarvittaessa muuttaa omaa ajatteluaan.

Usein tutkimuksen työläin vaihe on havaintomateriaalin keruu ja ratkaisevin vaihe on oikeiden kysymysten muotoilu ennen aineiston keruuta. Tiede ei voi mennä eteenpäin ilman hyvää teoriaa, mutta hyvä teoria jää vajaakäytölle, jos siihen pohjautuen ei kyetä luomaan käytäntöjä, jotka sopivat aiempaa toimintamallia paremmin vallitseviin olosuhteisiin. Läheskään aina sama henkilö ei ole paras tuottamaan koeteltua tieteellistä tietoa ja soveltaamaan sitä käytäntöön.

Henkilökohtaisesti, ja varmaan myös osin pitkästä opettajakokemuksestani johtuen, pidän omassa työssäni tärkeänä osana tieteellisen tiedon välittämistä myös tiedeyhteisön ulkopuolelle. Toivonkin, että tulevaisuudessa minulle tarjoutuu mahdollisuuksia osallistua erilaisiin seminaareihin ja koulutustilaisuuksiin, joissa voimme käydä hedelmällisiä keskusteluja ajankohtaisista aiheista sekä tieteen että käytännön näkökulmista.

Metsämaatieteellä liitymäkohtia metsänuudistamiseen

Luettelematta kattavaa listaa mielestäni keskeisimmistä metsämaatieteeseen liittyvistä tutkimusaiheista mainitsen muutaman tärkeän ja omissa töissänikin esillä olevan aihepiiriin, joilla on myös liittymäkohtia metsänuudistamiseen.

Maalaji vaikuttaa paljon siemenkylvössä syntyneiden taimien eloonjäämiseen, koska rouste saattaa tuhota yhdessä yössä hyvin liikkeelle lähteneen kylvöksen. Rousteherkillä mailla oikeanlainen maanpinnan käsittely vaatii tällaisten kohteiden tunnistamisen ja oikean maanpinnan käsittelytavan valitsemista.

Usein olisi myös sekä hyödyllistä että edullista, jos metsän uudistamisen kannalta olennainen maanmuokkausmenetelmä voitaisiin valita jo leimikon suunnittelun yhteydessä. Tällöin maan kosteudessa ja heinittymisalttiudessa olevat erot olisi mahdollista huomioida riittävän pienipiirteisesti. Voimakas muokkaus voitaisiin kohdistaa niihin uudistusalan osiin, joissa se on välttämätöntä ja vastaavasti käyttää vähemmän maata rikkovia keinoja siellä, missä uudistaminen onnistuu helpommin.

Näköpiirissä oleva ja monin paikoin jo arkitodellisuudeksi muuttunut energiapuunkorjuu pakottaa miettimään koko metsänuudistamisketjun ja sitä seuraavan taimikon käsittelyn vaihtoehdot kokonaan uudesta näkökulmasta. Tämä tehtävä on tällä hetkellä vaikea haaste, koska toiminnan laajuus ja taloudellinen mer-

kittävyys ovat vasta muotoutumassa. Samaan aihepiiriin liittyy myös huoli hakkuutähteiden mukana uudistusosalta poistuvien ravinteiden merkityksestä tulevalle puusukupolvelle ja koko metsäekosysteemille.

Juuret silta elottoman ja elollisen maailman välissä

Ilmastonmuutos on mitä ilmeisemmin tapahtumassa varsin ripeässä tahdissa. Iskevin koskaan kuulemani metsänuudistamiseen, ja miksei taimituotantoonkin, liittyvä otsikko kuuluu 'Juuret, maanalaisen vankilan unohdetut kärsijät'. Juuret ovat silta elottoman ja elollisen maailman välissä ja samalla kasvupaikka lukemattomille erilaisille mikrobeille ja muillekin eliöille. Koska juuret kasvavat maapartikkelien välissä, on niiden tutkiminen käytännön teknisistä syistä vaikeampaa kuin kasvien maanpäällisten osien, ja siksi 'unohdettuja'. Jotta voisimme oikeasti ymmärtää ja myös varautua hallitusti tulevaisuuteen, sen selvittäminen, miten koko tämä maanalainen maailma reagoi uusiin lämpö- ja kosteusolosuhteisiin, vaatii vielä monta hyvää kysymystä ja vastausta.

MMT Hannu Ilvesniemi on maan- tutkimuksen uusi professori Metsäntutkimuslaitoksella. Ennen Metlaan siirtymistään hän on tehnyt tutkimus- ja opetustyötä pääasiassa Helsingin yliopistossa ja Suomen Akatemiassa.

Hannu Ilvesniemi
Metsäntutkimuslaitos
Vantaan toimintayksikkö
PL 18, 01301 VANTAA
Hannu.Ilvesniemi@metla.fi

Juha Heiskanen, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö

Puhekielessä juromisella tarkoitetaan nuoren taimen tai taimikon hidaskasvuisuutta usein varsin laajassa merkityksessä. Esimerkiksi tiheän ylispuuston alla yksittäiset kuusentaimet voivat kasvaa hyvin hitaasti vuosikautia ennen kuin ylispuusto poistetaan. Istutustaimikon jurominen voidaan ymmärtää myös kasvun väliaikaisena taantumisenä, jolloin kasvukäyrä on v-kirjaimen muotoinen (kuva 1). Yleensä vain kuusen on katsottu jurovan, männyllä ja koivulla juromista ei yleensä ole havainnointu tai se on hyvin vähäistä.

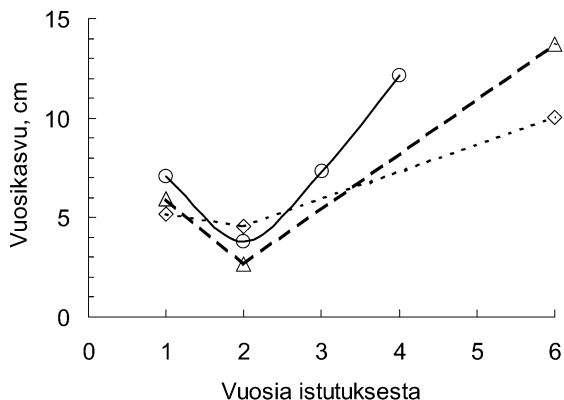
Kuusen alkukehitys hakkuualalla on hitaampi (kuva 2) ja usein vaihtelevampi kuin männyllä, joka on pioneeripuulaji. Halla ja ahava voivat paikoittain olla kaikkein merkittävimpinä kuusen kasvua ja uudistumistulosta heikentäviä tekijä. Lisäksi viljavalla

avoalalla syntyy usein rehevä, elin-tilasta kilpaileva pintakasvillisuus, joka aiheuttaa taimikossa epätasaita kehittymistä ja aukkoisuutta. Yhdessä Suonenjoella tehdyssä (Timo Saksa, julkaisematon aineisto) kuusen viljelykokeessa suurimmat kuolleisuutta (yht. 17,7 %) aiheuttavat tuhot olivat 9 vuoden kuluttua istutuksesta halla (3,7 %), pintakasvillisuus (3,0 %) ja hyönteiset (tukkimiehentäi) (2,5 %). Kuitenkin tunnistamattomia tuhoja, ehkä osin taimimateriaalista ja käsittelyvirheitä johtuvia, oli eniten (8,4 %).

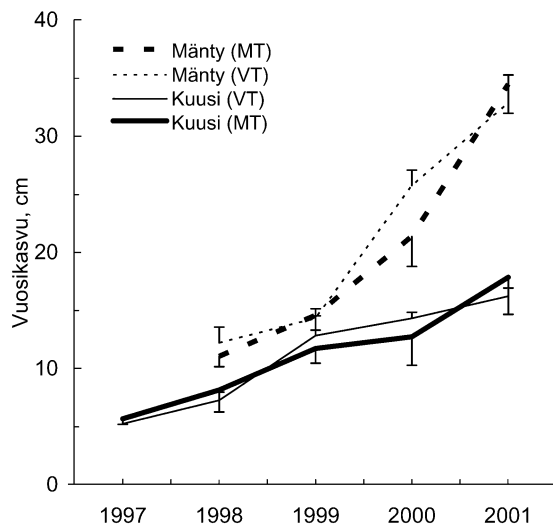
Jurominen vähäistä nykyisillä nuorilla paakkutaimilla

Tasatiheä ja -kasvuinen kuusitaimikko saattaa istutuksen jälkeen myös juroa. Vanhoissa paljasjuuri-

sen kuusen (2+2) istutuskokeissa taimikon on todettu jurovan 2-3 kasvukautta, jolloin kasvuntaantuma on aukealla suurempi kuin suojuuspuuston alla (Heikinheimo 1941) (kuva 1). Vastaavaa on todettu myös Ruotsissa, joissa kuusen koulimattomien 2-vuotiaiden paljasjuuritaimien (2+0) on lisäksi havaittu kasvavan usein nopeammin istutuksen jälkeen kuin vastaavien 3-vuotiaiden taimien (3+0) (Björkman 1953). Juromista ei nykyisin kuitenkaan esiinny systemaattisesti aukeallakaan (Saksa ym. 2005), mikä voi osin johtua käytettävästä nuoremmasta taimimateriaalista (1-2 v.) kuin mitä aiemmin viime vuosisadan alkupuolella yleensä käytettiin (3-4 v.). Kohdullinen varjostus näyttäisi kuitenkin parantavan kuusen alkukehitystä, sillä Suonenjoella tehdyssä istutuskokeessa keinotekoisien vanerivarjon on taimen eteläpuolella todet-



Kuva 1. Kuusen paljasjuuristen (2+2) taimien vuosittainen keskipituuskasvu aukealla uudistus- ja harvennetun lepikön suojuussa (katkoviiva) Ruotsinkylässä 1900 luvun alussa sekä *Picea glauca* x *Picea engelmannii* paakkutaimien (1+0, yhtenäinen viiva) Brittiläisessä Columbiassa 1970 luvulla. Istutus tehty vuonna 0 (ks. tarkemmin Heiskanen 2003).



Kuva 2. Männyllä ja kuusen 1-vuotiaiden paakkutaimien (Plantek 81F) alkukehitys neljässä vierekkäisessä taimikossa VT ja MT kasvupaikoilla Pieksämäellä. Istutus on tehty äestysaloille toukokuussa 1997 istutuspuu-ollessa 8-14 cm männyllä ja 12-20 cm kuusella. Keskipituus oli vuonna 2001 noin 100 cm männyllä ja 65 cm kuusella. Pystyjanat osoittavat keskihajontaa (ks. tarkemmin Heiskanen 2003).

tu vähentävän tuhoja ja lisäävän kasvua mätästetyllä hakkuualalla (parempi kunto, tummempi neulasväri, vähemmän tukkimiehentäituhoja) (Heiskanen 2004).

Ulkomailla on myös muilla kuusilajeilla todettu muutaman vuoden pituisia kasvun taantumajaksoja, joiden pääsyiksi on esitetty istutuksen jälkeistä vedenpuutetta ja hallavaurioita (Grossnickle 2000). Lisäksi kuusen kasvua uudistuslajilla voi hidastaa mykorritsojen muodostumisen sekä typen ja muiden ravinteidenoton mukautumisen hitaus.

Viimeisimmässä kotimaisessa inventoinnissa (Saksa ym. 2005) on todettu kuusitaimikoiden pituuskasvun kokonaisvaihtelusta selvästi suurimman osan (>60%) johtuvan taimikon sisällä yksittäisen taimen ja sen istutuskohdan ominaisuuksista (tuhot, ravinteisuus, vesiolot yms.). Loppuosa selittyi vuosi- ja kasvupaikkatekijöiden vaihteluilla. Varsinaista juromista havaittiin noin viidesosassa istutustaimikoista (3/14 taimikkoa), eikä suoranaisia syitä hidaskasvuisuuteen löydetty sääoloista tai kasvupaikan keskimääräisistä maaperätekijöistä. Tämä voi viitata siihen, että taimierän ominaisuudet, istutuksen yhteydessä tapahtuva käsittely ja/tai huono istutuskohta vaikuttavat juromiseen. Kuusen juromisen ajoittumiseen vaikut-

taa vapaata kasvua (<20 % kasvusta) enemmän ennalta määräytynyt kasvu (>80 % kasvusta), minkä vuoksi taimen tarhalla hyvinkehittynyt latvasilmu voi kasvaa istutuskasvun maastossa varsin hyvin, vaikka taimen kunto ja juurtumiskyky olisikin istutettaessa tai myöhemmin kasvukaudella heikentynyt. (Vuosikasvaimen erilaisista kasvutavoista ks. tarkemmin seuraavalla sivulla 6). Huono kunto voi sitten ilmetä alentuneena kasvuna vasta seuraavana vuonna (vrt. kuva 1). Nykyisin kehittyneet paakkutaimilajit, mätästys ja taimien käsittely ja istutus ovat todennäköisesti kuitenkin vähentäneet kuusen juromista.

Kirjallisuutta

Björkman, E. 1953. Om orsakerna till granes tillväxtsvårigheter efter plantering i nordsvensk skogsmark. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift: 285-316.

Grossnickle, S.C. 2000. Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings. NRC Research Press, Ottawa. 409 s.

Heikinheimo, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 29.4. 63 s.

Heiskanen, J. 2003. Kuusen paakkutaimien uudistumisen perusteet - Kirjallisuuteen pohjautuva katsaus. Tutkimushankkeen esiselvitys. Metsäntutkimuslaitos, Suomenjoen tutkimusasema. Moniste. 25 s. (<http://www.metla.fi/pp/JHei/Katsaus2003.pdf>)

Heiskanen, J. 2004. Effects of pre and post-planting shading on growth of container Norway spruce seedlings. *New Forests* 27: 101-114.

Saksa, T., Heiskanen, J., Miina, J., Tuomola, J. & Kolström, T. 2005. Multilevel modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland. *Silva Fennica* 39: 143-153.

Tuomola, J. 2002. Kuusen paakkutaimien istutuksen jälkeinen pituuskasvu ja siihen vaikuttavat tekijät. Pro Gradu, Metsäympäristön hoito ja suojeleminen, Joensuun yliopisto. 49 s. + 3 liitettä.

Juha Heiskanen
Metsäntutkimuslaitos
Suomenjoen toimintayksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI
Juha.Heiskanen@metla.fi

ENNALTAMÄÄRÄYTYNYT JA VAPAA KASVU

Ennaltamääräytynyt kasvu

Edellisenä kesänä silmuun muodostuneitten neulasaiheiden kasvua neulasiksi ja neulasvälien pitenemistä uudeksi rangaksi.

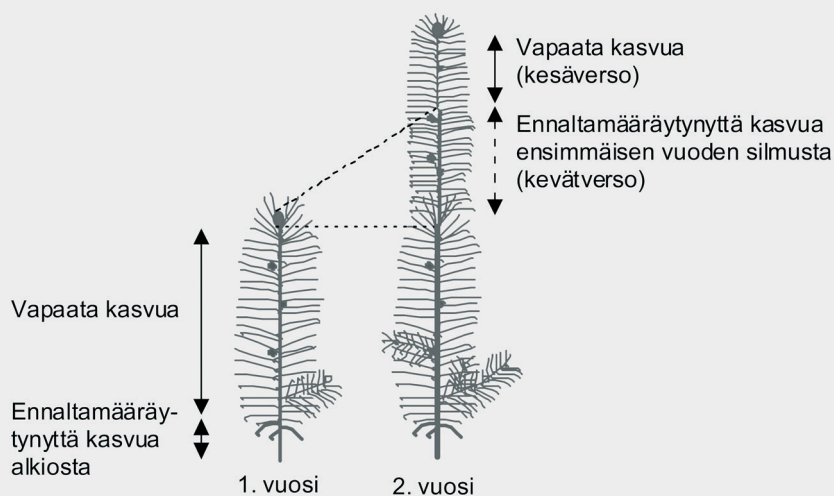
Vapaa kasvu

Kesän aikana muodostuvat uudet neulasaiheet eivät jää silmuun odottamaan seuraavaa kesää, vaan jatkavat välittömästi kasvuaan neulasiksi ja neulasvälit venyvät rangaksi.

Jälkikasvu

Loppukesällä muodostunut silmu puhkeaa kasvuun ennaaikaisesti jo samana kesänä.

Männyllä kasvu on kokonaan ennaltamääräytynyttä toisesta ikävuodesta ja kuusella 4-10 vuodesta lähtien.



Kuva. Ensimmäisenä vuonna kuusentaimi kasvaa sirkkataimivaiheen jälkeen vapaata kasvua muodostaen loppukesällä päätesilmun. Toisena vuonna silmussa olevien neulasaiheiden kasvaessa neulasiksi ja neulasvälien pidentyessä syntyy uuteen rankaan aluksi ennaltamääräytynyttä kasvua ja tämän vaiheen jälkeen verson pituuskasvu jatkuu edelleen vapaana kasvuna. Kuva Risto Rikala.

Kirjallisuutta

Kanninen, Markku. 1990. Havupuiden pituuskasvu. *Silva Carelica* 16: 181-206.

Lanner, R. M. 1976. Patterns of shoot development in *Pinus* and their relationship to growth potential. Teoksessa: Cannel M.G.R. & Last, F.T. (toim.) *Tree physiology and yield improvement*. Academic Press. London. s. 223-243.

Pollard, D. F. W. & Logan, K. T. 1976. Inherent variation in "free" growth in relation to numbers of needles produced by provenances of *Picea mariana*. Teoksessa: Cannel M.G.R. & Last, F.T. (toim.) *Academic Press*. London: *Tree physiology and yield improvement*. s. 246-251.

Risto Rikala

METSÄPUIDEN SIEMENLABORATORIO METLAN SUONENJOEN TOIMINTAYKSIKKÖÖN

Metlan Suonenjoen tutkimusyksikköön perustetaan metsäpuiden siemenlaboratorio. Hanke käynnistyi elokuun alussa ja laboratorio pyrittään saamaan toimintakuntoon kevättälvellä 2006. Varustus ja toiminta on suunniteltu siten, että laboratorio täyttää kansainvälisen siementarkastusliiton (ISTA, International Seed Testing Association) akkreditointivaatimukset.

Laboratoriossa tullaan palvelemaan metsäpuiden siementen tuottajia ja käyttäjiä tekemällä erityisesti soveltavaa siementutkimusta yhteistyössä alan toimijoiden kanssa. Hankkeen eräänä tehtävänä on antaa myös koulutusta ja järjestää kursseja metsäpuiden siementen tuottajille ja käyttäjille.

Erikoistutkijana hankkeessa aloitti 1.8.2005 dos. Markku Nygren, joka on toiminut aikaisemmin Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksel-

la. Siementutkimushankkeeseen haetaan parhaillaan toista tutkijaa.

Hankkeen ulkopuolisia rahoittajia ovat Euroopan yhteisön rakennerahastot ja Itä-Suomen lääninhallitus.



ITÄ-SUOMEN
LÄÄNINHALLITUS
Sivistysosasto



EUROOPAN YHTEISÖ
Rakennerahastot



Markku Nygren
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen toimintayksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI
050 391 4817
Markku.Nygren@metla.fi

SUONENJOELLA TORJUNTA-AINETARKASTUKSESSA HENKILÖMUUTOS

Syyskuun alussa aloitti torjunta-ainetarkastuksen parissa uusi tutkija MMT Tiina Ylioja aiemmin tarkastuksia tehneen Heli Viirin siirryttyä Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun toimintayksikköön. Tiina Ylioja osallistuu torjunta-aineiden tarkastukseen yhdessä Marja Poterin kanssa. Torjunta-ainetarkastuksen ohella uuden tutkijan työskentely on kuusen käpy- ja siementuholaistutkimus, jolla on liittymäkohta myös perusteilla olevaan uuteen siemenlaboratorioon (esittely yllä). Tuholaistutkimuksen käytännön tavoitteena on löytää kuusen siemenvil-

jelyksien hyönteistuholaisiin toimivia torjuntamenetelmiä.



Tiina Ylioja on Joensuun yliopiston Metsätieteellisen tiedekunnan ja Metlan Punkaharjun tutkimusyksikön kasvatti. Hän on perehtynyt metsäpuiden kestävyysjalostukseen ja väitellyt koivun ja koivun rusko-*täpläkärpäsen* välisestä suhteesta. Sittemmin hän on toiminut *Dendroctonus frontalis* – kaarna-kuoriaisen kannanvaihtelujen parissa Yhdysvalloissa, osallistunut muuntogeenisten metsäpuiden ympäristövaikutuksia kartoittavaan projektiin ja opettanut metsäeläintiedettä sijaisopettajana Helsingin yliopistossa.

BACILLUSTHURINGIENSIS-RUISKUTUSKOKEET KUUSEN SIEMENVILJELYKSELLÄ RUOTSISSA

Tiina Ylioja, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö

Metsänjalostustyön hyödyt välittyvät metsänviljelyyn ainoastaan taimikasvatuksessa käytetyn siemenen kautta. Siemenvuodet kuusen siemenviljelyksillä toistuivat 2 - 3 vuoden välein 1990-luvulla ja hyönteistuhot yleistyivät. Siemen- ja käpytuholaisista haitallisimmat lajit ovat käpykoisa (*Dioryctria abietella*), kuusenkäpykääriäinen (*Cydia strobilella*) ja kuusenkäpykärpänen (*Strobilomyia anthracina*).

Vuonna 2000 kuusenkäpykärpänen on ollut pahin tuholainen kuusen siemenviljelyksillä Suomessa: ”keskimäärin neljännes kaikista taloussiemenen keruussa kerätyistä kävyistä oli käpykärpäsen vioittamia” (Savonen, Taimiuutiset 1/2000). Edellä mainittujen lajien lisäksi kuusen käpy- ja siemenmittarien (*Eupithecia analoga* ja *Eupithecia abie-*

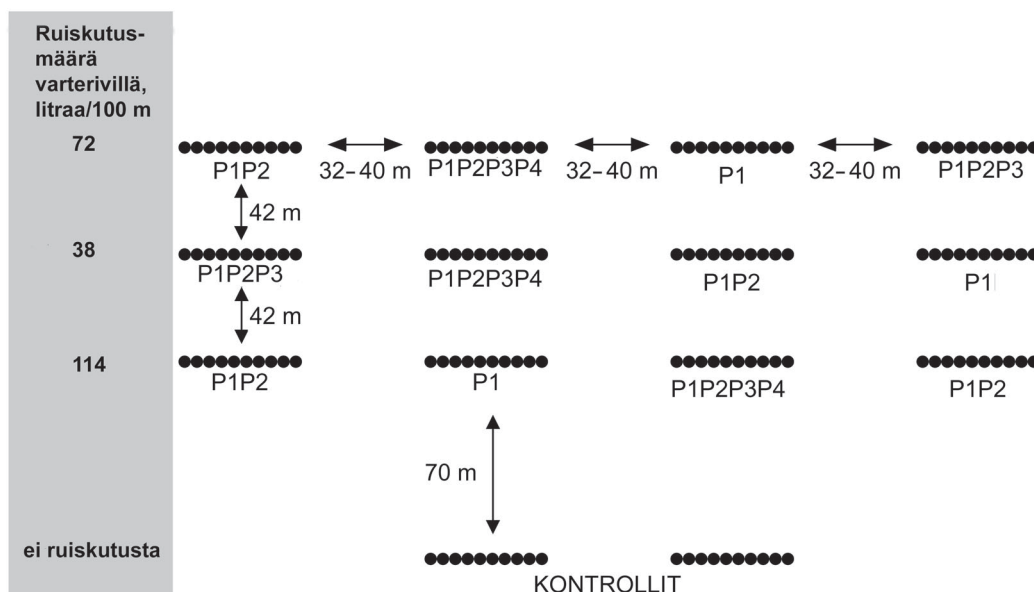
taria) merkitys on saatettu aliarvioida, sillä niiden vahinko muistuttaa käpykoisan aiheuttamaa. Siemenissä elävät kuusensiemensäski (*Plemeliella abietina*) ja kuusensiemenniilukainen (*Megastigmus strobilobius*) voivat alentaa siemensadon laatua toisinaan.

Biologinen torjunta-aine

Ruotsissa aloitettiin 1990-luvun lopulla käpytuholaisten torjuntakokeet kuusen siemenviljelyksillä käyttäen kaupallista *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* x *aizawai* -valmistetta Turex® 50 WP, 25 000 IU/mg (Agri-Sense-BCS Ltd., UK). Kokeista on ilmestynyt kolmea tieteellistä raporttia, joiden tuloksia tässä kirjoituksessa tarkastellaan (Weslien 1999, Glynn ja Weslien

2004, Rosenberg ja Weslien 2005). Entomopatogeeni *Bacillus thuringiensis* (Bt) on maailmassa sangen yleinen maabakteeri, jonka soluihin kerääntyy itiömuodostuksen aikana hyönteisille myrkyllisiä proteiineja. Bt-toksiinit ovat herkästi hajoavia erityisesti UV-säteilyn vaikutuksesta. Bakteereista valmistettu torjunta-aine muuntuu hyönteiselle myrkylliseen muotoon vasta hyönteisen ruoansulatuskanavassa. Nopea hajoavuus vähentää ympäristövaikutuksia, mutta samalla heikentää torjunnan tehokkuutta. Bt:stä on erilaisia kantoja, jotka ovat myrkyllisiä vain tietyille hyönteisryhmille, minä vuoksi Bt-valmisteet eivät ole haitallisia muille hyönteisille ja selkärangkaisille.

Ruotsalaiset testasivat Turex® 50 WP -valmisteen tehokkuutta erityi-



Kuva 1. Kaaviokuva vuoden 2002 traktoriruisutuskokeen koejärjestelystä. Kaavio on laadittu Rosenberg ja Weslienin (2005) kokeen kuvauksen perusteella, mutta se ei vastaa oikeaa koejärjestelyä esitettyinä todellisessa mittakaavassa. P1, P2, P3 ja P4 viittaavat eri ruisutusajankohtiin (kts. teksti), jotka kohdistuivat 10 vartteen riviin (••••••••••). Kokeessa ei ollut toistoja sen vaatiman pinta-alan ja käytännön toteutuksen vuoksi.

sesti käpykoisan ja käpykääriäisen torjunnassa, sillä valmiste soveltuu vain perhostoukkien torjuntaan. Nämä kaksi lajia eroavat melkoisesti elintavoiltaan. Käpykääriäinen munii avonaiseen emikukintoon, munista kehittyvät toukat syövät siemeniä ja kävyn lapakkoa ja talvehtivat kävyssä. Käpykoisa munii käpykääriäistä myöhemmin, käpyjen nuoruusvaiheessa. Toukat tuhoavat käpyjä käytävillään, siirtyvät ruokailemaan myös kävystä toiseen ja poistuvat kävyistä syksyllä. Käpykoisan vioituksen tunnistaa kävyn ulkopinnan ulostekasoista, mutta käpykääriäisen vioitus ei näy kävyn pinnalla tai muodossa. Bt-valmiste ei tehoa aikuisiin perhosiin. Jotta emikukintoon munivan käpykääriäisen toukat torjuttaisiin aineen olisi säilyttävä kehittyvän kävyn sisällä, jotta munista kuoriutuvat toukat altistuisivat aineelle.

Uuden aineen testaus aloitettiin pienimuotoisilla kokeilla

Aluksi ruiskutuskokeet tehtiin käsi-ruiskuilla ja reppuruiskuilla, jotta saataisiin selville, että toimiiko valmiste lainkaan käpykääriäistä ja/tai käpykoisaa vastaan. Viimeiset kokeet tehtiin traktoriin perään kiinnitettyllä ruiskutusysteemillä lähempänä käytännön mittakaavaa. Ruiskutuskokeet tehtiin peltomaalle vuosina 1982-87 perustetulla siemenviljelyksellä (Ålbrunna, n. 25 ha), missä kuusen vartteiden pituus viimeisten kokeiden aikaan oli noin kuusi metriä ja ensimmäisissä kokeissa kolme metriä. Torjuntakokeissa valmistetta sekoitettiin 4 g yhteen litraan vettä.

Valmiste tehoaa käpykoisaan - ei käpykääriäiseen

Ensimmäisessä kokeessa (koe 1 kuvassa 1) tavoitteena oli selvittää vä-

hentääkö Bt-ruiskutus käpykoisan ja/tai käpykääriäisen tuhoja. Torjuntaruiskutus tehtiin kolme kertaa: kesäkuun lopussa, heinäkuun alussa ja heinäkuun puolivälissä. Nuoret kävyt ruiskutettiin läpimäriksi, ja niitä verrattiin ruiskuttamattomien vartteiden käpyihin. Käpykääriäiseen ruiskutuksella ei ollut mitään vaikutusta ja laji vioitti jopa 70-75% kävyistä. Aine torjui onnistuneesti käpykoisaa: ruiskuttamattomista kävyistä keskimäärin jopa 80% oli käpykoisan voittamia, kun ruiskutetuissa vartteissa niitä oli ainoastaan keskimäärin 12 prosenttia. Koko aineistossa, sekä torjunta- kuin kontrollikäsittelyissä, kuolleiden käpyjen osuus oli kuitenkin jopa 60-70%, ja näistä jopa 80% oli kuollut jo aiemmin kesän kuluessa valtaosin käpykärpäsen aiheuttamaan vahinkoon. Käytännössä käpysato oli muiden lajien tuhoama, vaikka Bt-ruiskutus torjuikin käpykoisaa. Koe tehtiin käpysadoltaan heikkona vuonna 1996, jota oli edeltänyt erinomainen käpyvuosi. Tällöin hyön-

Taulukko 1. Yhteenvedo ruotsalaisten tekemistä *Bacillus thuringiensis*-ruiskutuskokeista: Weslien (1999) koe I; Glynn ja Weslien (2004) kokeet 2-4 ja Rosenberg ja Weslien (2005) kokeet 5-6.

Koe	Vuosi	Kohde	Ruisku	Vartteita	Käsittelyt	Käsittelytasot	Toistoja	Ruiskutukset
1	1996	teho	reppu	32	Ruiskutus	Bt 0.2% ei ruiskutusta	16	25.6., 4.7., 13.7.
2	2000	teho	käsi	54	Ruiskutus	Bt 0.2% vesi	3	
					Kuusikloonin Ajankohta	3 kuusikloonin 3 kukintavaihetta		11.-13.5. 13.-15.5 15.-16.5
3	2000	siemenlaatu	käsi	63	Ruiskutus	Bt 0.2% vesi	3	
					Kuusikloonin Ajankohta	3 kuusikloonin 3 kukintavaihetta		11.-13.5. 13.-15.5 15.-16.5
4	2000	teho	reppu	50	Ruiskutus	Bt 0.2% vesi	2	16.5.
5	2002	teho	traktori	120	Ruiskutusmäärä (Bt 0.2%)	38 litraa/100m varterivi 76 l/100m varterivi 114 l/100m varterivi	1	
					Ajankohta + toisto	P1 P1P2 P1P2P3 P1P2P3P4		8.5. 8.5.+14.5. 8.5.+14.5.+22.5. 8.5.+14.5.+22.5.+29.5.
6	2003	teho	traktori	20 1296	Erillinen kontrolli Ruiskutus	ei ruiskutusta P2 P3 P2P3 ei ruiskutusta	3	27.5. 31.5. 27.5.+31.5.

teiskannat olivat korkealla.

Vuonna 2000 tehdyssä kolmen kokeen sarjassa ruiskutusta aikaistettiin kukintaan ja aineen tehokkuuden lisäksi tutkittiin Bt:n mahdollisia haitallisia vaikutuksia siementen laatuun (kokeet 2-4 taulukko 1), koska torjunta-aineet voivat ehkäistä siitepölyn itämistä ja alentaa siementen itävyyttä (Annala 1973, Annala ja Heliövaara 1991). Ideana ruiskutusten ajoittamisessa kukintaan oli, että Bt-valmiste jäisi kävyn sisään suojaan sateelta ja UV-säteilyltä, ja että myös käpykääriäisen toukat altistuisivat aineelle heti munista kuoriuduttuaan. Aineen tehokkuutta testattiin aluksi vertaamalla ruiskutusta pelkällä vedellä Bt-ruiskutukseen käyttäen käsiruiskua, jolloin yksittäiset kukinnot ruiskutettiin läpimäriksi kolmena eri ajan-kohtana kukinnan aikana (suhteessa kuusen kukan siitepölyn vastaanottavaisuuteen). Kokeissa oli mukana kolme kuusikloonaa, joiden havaittiin poikkeavan tuhoalttiudessaan. Ruiskutuksella ei ollut vaikutusta käpykääriäiseen, jonka kanta oli hyvänä käpyvuonna 2000 alhainen. Käpykoisan vioittamien käpyjen osuus aleni noin 30%:sta 15%:iin eikä ruiskutuksen ajoituksella suhteessa kukinnan vaiheeseen ollut vaikutusta torjunnan tehoon. Tätä koetta laajentaen ja samoja vartteita käyttäen havaittiin, ettei aine heikentänyt siementen laatua tai määrää. Lopuksi otettiin askel lähemmäksi käytännön mittakaavaa, kun reppuruiskulla ruiskutettiin yhteensä 50 vartetta hienolla sumulla kahden metrin tikkailta käsin eikä ruiskulla pyritty ruiskuttamaan yksittäisiä kukintoja kuten käsiruiskulla. Vartteet jakautuivat kahteen lohkoon, jossa kussakin oli ruutu, joka ruiskutettiin vedellä, ja ruutu, joka ruiskutettiin Bt-valmisteella. Reppuruiskutus vähensi käpykoisan esiintymistä kävyissä 31%:sta 17%:iin.

Askel kohti käpykoisan torjuntaa käytännössä

Pienen mittakaavan kokeiden osoitettua Bt:n tehoavan käpykoisaan ilman haittavaikutuksia siementen laatuun ryhdyttiin vuosina 2002 ja 2003 testaamaan Bt-ruiskutusta traktorin perään kiinnitetyllä ruiskusumuttimella (kokeet 5 ja 6 taulukko 1). Vuonna 2002 sumuttimeen kytkettiin 15 metrin pituinen puomi, jonka päässä oli suuttimet. Ruiskutuksessa ongelmana on pisaroiden vaeltaminen pois kohteestaan, joten kokeissa ruiskutuksen kattavuuden havaitsemiseksi vartteiden latvuksiin asennettiin 5 metrin korkeudelle neljään ilmansuuntaan vedelle herkät paperiarkit. Kokeessa pisarakoon keskiarvo asetui välille 200 – 250 µm.

Ensimmäisessä kokeessa selvitettiin sopivia ruiskutusmääriä (käytännössä traktorin ajonopeus) ja vaadittavien käsittelykertojen lukumäärää. Koe vaati varoetäisyydet, ettei ruiskuttamattomille verrokkialueille ja harvemmin ruiskutettaviin käsittelyihin päässyt kulkeutumaan torjunta-ainetta (kuva 1). Tämä rajoitti kokeen kokoa. Ruiskutukset ajoitettiin emikukinnan ja kävynkehityksen eri vaiheisiin: vaihe, jolloin kukinto on avoin ja altis siitepölylle (P1), kukinnan myöhäisvaihe, kun kukkasuomut ovat kääntyneet alaspäin ja pölytys on rajoittunutta (P2), kukinnan päättyminen, kun kukkasuomut kääntyneet ylöspäin (P3), kävyn kehitys, kun suomut ovat sulkeutuneet ja käpy kääntyy oksassa alaspäin (P4).

Traktoriruiskutuskokeiden kävyt kerättiin syksyllä ja ne luokiteltiin kuten kaikissa aiemmissakin kokeissa käpykoisan vioittamiin ja terveisiin. Lisäksi eroteltiin käpy- ja siemenmittarien vioittamat kävyt. Tämän jälkeen kaikki kävyt halkaistiin käpykääriäisen esiintymisen selvittämiseksi. Kokeiden aikaan seurattiin siemenviljelyksellä olevaa tuholaiskantaa läpi kesän, ja näin saatiin

tietoa myös niistä lajeista, jotka eivät enää olleet löydettävissä täyskasvuisista kävyistä syksyllä.

Ensimmäinen koe osoitti, että ruiskutus kahdesti tai useammin vähensi käpykoisan ja mittariperhosten aiheuttamaa vahinkoa, mutta vain 94%:ista 61%:iin (kuva 2). Vaikutusta käpykääriäiseen ei havaittu tässä kokeessa. Ruiskutus kukkien ollessa auki (P1) osoittautui tehottomaksi. Tämän arveltiin johtuvan siitä, että aine voi menettää 80% tehostaan kahdessa viikossa eli voi olla tehotonta, kun toukat kuoriutuvat munista. Myöskään viimeisin ruiskutus vaiheessa P4 ei lisännyt aineen tehokkuutta (kuva 2).

Ruiskutusmäärän 38 litraa /100 metrin varterivi osoittautui riittäväksi, joten seuraavana vuonna tehtiin koe, jolla tarkennettiin parasta ruiskutusajankohtaa ja ruiskutuksen toistamisen tuomaa etua. Ruiskutukset kohdistuivat nyt 72 x 42 m kokosiin ruutuihin, joissa kussakin oli 108 vartetta. Koeruutujen väliin jätettiin 32 m ruiskuttamatonta aluetta estämään Bt:n kulkeutumista käsittelyjen välillä. Neljä koeruutua muodostettiin yhden lohkon, joissa kussakin oli 4 käsittelyä: ruiskuttamaton kontrolli, ruiskutus kukintavaiheessa P2, ruiskutus kukintavaiheessa P3 ja ruiskutus sekä kukintavaiheessa P2 että P3. Ajankohta P2 osoittautui toimivaksi eikä toinen ruiskutus enää vaiheessa P3 lisännyt aineen tehoa (kuva 2). Vuonna 2003 olivat hyönteismäärät korkeammat (kuva 3) ja se heijastui myös ruiskutustehoon, joka jäi aiempia vuosia alhaisemmaksi (kuva 2). Tätä käpykoisan ja mittariperhosten voitustason säilymistä suhteellisen korkeana ei selittänyt 15 metrin pituisen puomin poistaminen vuoden 2003 ruiskutuksesta, sillä havaintojen mukaan pelkällä puhaltimella saatiin aikaan puomia parempi pisaroiden latvuskattavuus.

Ruiskutustekniikassa tarkentamista

Kokeet osoittivat että *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* x *aizawai* soveltuu ainoastaan käpykoisan torjuntaan. Ruiskutusmenetelmää käpykoisaa vastaan tulisi Rosenbergin ja Weslienin (2005) mukaan edelleen kehittää. Traktoriruiskutukset tehtiin kukintavaiheessa ja selvittä-mättä jäi, voisiko myöhemmin kesään ajoittuvalla lisäruiskutuksella edelleen vähentää vahinkoa. Menetelmän kustannustehokkuuden parantamiseksi olisi kokeiltava pienempää ruiskutusmäärää kuin käytetty 38 l per 100 m varterivi. Olisi

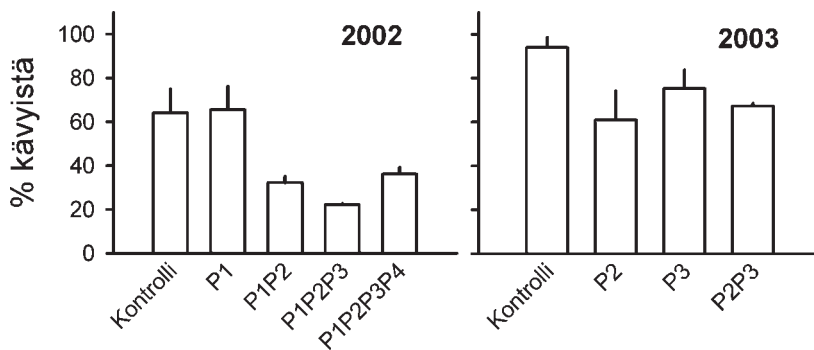
selvittävä, jos pisarakoon pienentäminen parantaisi aineen tunkeutumista käpyyn, vaikka pieni pisarakoko voi lisätä aineen hajautumista. Ruotsalaisilla kollegoilla vaikuttaa olevan aikomus tehdä tarkentavaa Bt-koetta tulevana kesänä 2006 ja odotamme mielenkiinnolla kuuluisia.

Käpy- ja siementuholaisten tutkimusta tulevaisuudessa

Valitettavasti muiden lajien kuin käpykoisan aiheuttaman vahingon osuus on joinain vuosina merkittävämpi. Erityisen tärkeää olisi löytää

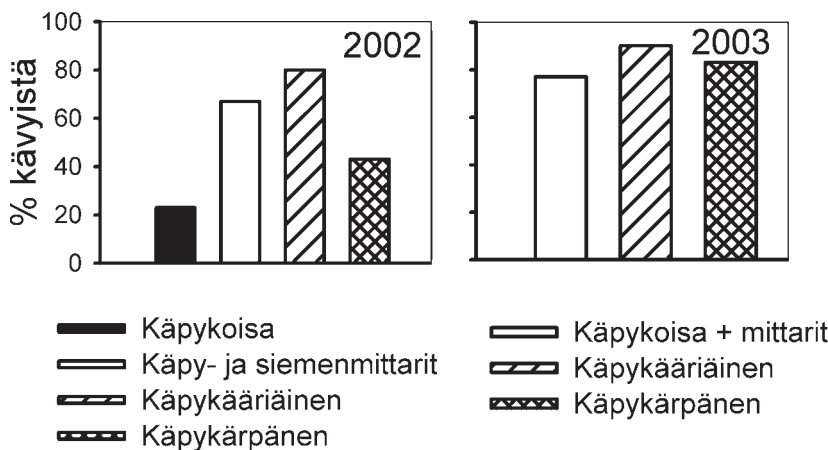
torjuntakeino käpykärpäselle, jonka vahinko tyrehdyttää kävyn kehityksen jo aiemmin kesällä. Käpykoisan vahinko keskittyy vain niihin käpyihin, jotka ovat säästyneet käpykärpäseltä. Bt-ruiskutus vähensi myös kävyissä elävien mittariperhosten, erityisesti kuusensiemennittarin aiheuttamaa vahinkoa. Kyseessä on laji, jonka merkitys on mahdollisesti aliarvioitu. Käpykääriäinen on vakava tuholainen runsastuessaan, joten sen torjuntaa olisi kehitettävä. Rosenberg ja Weslien otaksuvat, että käpykääriäiselle tehokkaampi olisi *Bacillus thuringiensis* alalajin *thompsonii* kanta HnC, jota ei ole Suomessa markkinoilla. Turex® 50 WP -valmistetta ei ole rekisteröity metsätalouden käyttöön Suomessa, mutta se on rekisteröity perhostoukkien torjuntaan vihannesten ja juuresten sekä koristekasvien viljelyssä kasvinhuoneissa ja avomaalla.

Pohjoismaista yhteistyötä on viritelty ja tutkittavia torjunta-aineita kartoitetaan parhaillaan. Yhteistyössä siementuottajien kanssa ryhdytään testaamaan monitorointimenetelmää käpykoisalle ja käpykääriäiselle. Toimiessaan se mahdollistaisi ruiskutustarpeen arvioimisen ja tarkentaisi ruiskutuksen ajoittamista kuusen siemenviljelyksillä. Tulevana kesänä harjoitellaan myös ruiskutuskokeiden toteuttamista siemenviljelyksillä. Olosuhteet tämän hetken tuotantovaiheen kuusen siemenviljelyksillä vartteiden pituuden, maaston epätasaisuuden ja viljelyksien kapeiden rivivälien vuoksi ovat kokeiden toteutukselle ja käytännön torjuntaruiskutuksille hankalimmat Suomessa kuin Ruotsissa. Weslien, Glynnin ja Rosenbergin tutkimuksissa havaittiin, että olisi tunnettava kuinka eri lajien aiheuttaman vahingon määrä on suhteessa muiden hyönteisten vahinkoihin huonoina, kohtuullisina ja hyvinä käpyvuosina, jotta torjunnan onnistumista voitaisiin arvioida etukäteen. Torjuntateho voi olla sidoksissa hyönteiskantojen runsauteen.



Ruiskutuskäsittelyt

Kuva 2. Bt-ruiskutuksien vaikutus käpykoisan ja käpy- sekä siemenmittarien vahingoittamien käpyjen osuuksiin kahdessa traktoriruiskutuskokeessa. Vuonna 2002 ruiskutus tehoi, kun se ajoitettiin kukinnan myöhäisvaiheeseen, jolloin kukinto ei ollut enää täysin auki ja vastaanottavainen siitepölylle (P2). Vuonna 2003 kokeessa varmistui, ettei tätä myöhempi ruiskutus (P3) tuonut enää merkittävästi lisätehoa. Huomattavaa on, että torjuntateho heikkeni vuonna 2003 verrattuna vuoteen 2002.



Kuva 3. Käpyjä vioittaneiden lajien osuudet vuosina 2002 ja 2003. Vuonna 2002 käpy- ja siemenmittarit vahingoittivat käpyjä käpykoisaa enemmän. Vuoden 2003 kuvassa nämä mittariperhoset on yhdistetty käpykoisan vioittamiin käpyihin.

Torjuntakokeiden tueksi tarvitaan hyönteiskantojen seuranta tutkimusta siemenviljelyksillä. Käpy- ja siementuholaisten torjunnan pohjautuu lajien elinkierron, kannanvaihteluiden ja lajien välisen vuorovaikutusten tuntemiseen.

Kirjallisuus

Annala, E. 1973. Chemical control of spruce cone insects in seed orchards. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78(8): 1-25 (suomenkielinen selostus).

Annala, E. & Heliövaara, K. 1991. Chemical control of cone pests in Norway spruce seed orchard. *Silva Fennica* 25:59-67.

Glynn, C. & Weslien, J. 2004. *Bacillus thuringiensis* variety *kurstaki* x *aizawai* applied to spruce flowers reduced *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) infestation without affecting seed quality. *Journal of Economic Entomology* 97: 1836-1841.

Rosenberg, O. & Weslien, J. 2005. Assessment of cone-damaging insects in a Swedish spruce seed orchard and the efficacy of large scale application of *Bacillus thuringiensis* variety *aizawai* x *kurstaki* against lepidopterans. *Journal of Economic Entomology* 98:402-408.

Savonen, E.-M. 2001. Kuusella hyvä käpyvuosi, mutta runsaasti

tuhoja. *Taimiuutiset* 1/2001, s. 10-13.

Weslien, J. 1999. Biological control of the spruce coneworm *Dioryctria abietella*: spraying with *Bacillus thuringiensis* reduced damage in a seed orchard. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14:127-130.

Tiina Ylioja
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen toimintayksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI
Tiina.Ylioja@metla.fi

KASVUALUSTAKUULUMISIA "INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GROWING MEDIA"-SEMINAARISTA RANSKASTA

Marja-Liisa Juntunen ja Anna-Maria Veijalainen,
Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö

Syyskuun alussa noin 200 tutkijaa, konsulttia, turvetuotannon ja kasvu- alustojen valmistajien edustajaa koontui Ranskan Angersiin pohtimaan kasvualustojen käyttöön liittyviä kysymyksiä. Osallistujia oli noin 40 eri maasta ja maailman kaikki maanosat Afrikkaa lukuun ottamatta olivat edustettuina. Suomesta mukana oli turve- ja kasvualustatuotannon edustajia (Vapo, Kekkilä), kansainvälisen turveseuran sihteeristöä (IPS) sekä tutkijoita (MTT, Metla).

Kansainvälinen puutarhatieteen yhdistys (ISHS = International Society for Horticultural Science, www.

ishs.org) on järjestänyt kasvualustaan liittyviä seminaareja jo pitkään. Tämänkertainen seminaari oli siitä poikkeuksellinen, että järjestelyissä oli ollut mukana myös kansainvälinen turveyhdistys (IPS = International Peat Society, www.peatsociety.org), jonka sihteeristö toimii Suomessa. Paikallisina järjestelijöinä toimivat Ranskan kansalliset maatalouden (INRA, www.inra.fr) ja puutarhatieteen (INH, www.inh.fr) tutkimus- ja opetuslaitokset sekä Angersin yliopisto (www.univ-angers.fr).

Loire-joen laakso Ranskan tärkeimpiä vihannes- ja puutarhaviljelyn keskuksia

Angers on noin 30 000 opiskelijan ja 1100 tutkijan kaupunki, jossa asukkaita on kaikkiaan noin 200 000. Angers sijaitsee Loire-joen laaksossa Anjoun maakunnassa noin 300 kilometriä Pariisista lounaaseen. Anjoun alue on Ranskan tärkeimpiä vihannes- ja puutarhaviljelyn keskuksia ja monella tuotannon alalla yksi maan suurimmista. Seminaarin retkeilyillä pääsimme tutustumaan alueen suurimpiin yrityksiin, jotka tuottivat yksivuotisia kuk-

kia, ruukkukasveja, vihannesten taimia sekä koristepensaita ja -puita. Alueelle tyypillisiä ovat kuitenkin pienet perheyrietykset. Vierailukohteista yksi – mansikan kasvihuoneviljely – edusti tällaista kohdetta. Ko. yritys kului alueella toimivaan 150 yrittäjän tuottajayhdistykseen “Fleurond’ Anjouhin” (www.fleurondanjou.fr), jonka toimintaa meille esiteltiin myös.

Vierailluissa yrityksissä ei ollut nähtävissä mitään uutta ja mullistavaa tekniikkaa. Bellard Crochetin kukkatarhalla (tuotanto 6 milj. kasvia) taimien koulunta oli koneellistettu. Suurella Jean Charles Taugourdean vihannestarhalla (tuotanto 40 milj. tainta) ihmisten työllistäminen nähtiin tärkeänä, niinpä tällä tarhalla kouluttiin taimet käsin. Tarhat käyttivät kasvatuksessa pääasiassa valmiita kasvualustasekoituksia, jotka oli räätälöity kunkin kasvin kasvuvaatimusten mukaisesti.

Tarhoilla nähdyt kevyet muovitunnelihuoneet saattaisivat soveltua metsäpuiden tuottamiseen. Osassa rakenneratkaisut estivät tehokkaan koneilla liikkumisen, joten ko. tunnelit eivät sovellu suuralustakasvatukseen.

Tarhoilla oli käytössä monenlaisia kastelumenetelmiä letkukastelusta tippukasteluun. Osassa kasvihuoneita oli käytössä vedenkierrätys, mutta vanhimmissa huoneissa ja ulkoalueilla maaperä oli usein peitetty vain katekankailla. Säännökset ovat kuitenkin kiristymässä, koska yhdellä tarhalla esittelijä totesi, että heidän on parannettava kahden vuoden sisällä jätevesien käsittelyään – tällä hetkellä huuhtoutuvat vedet menivät käsittelemättöminä maaperään.

Kokouksen antia – kasvualustojen erilaisia ominaisuuksia

Seminaarissa valotettiin kasvualustoihin liittyviä kysymyksiä yli 50

suullisen esityksen ja yli 70 posterin voimin. Yhden päivän teema liittyi kasvualustojen mikrobiologiaan. Monessa esityksessä oli tutkittu joko lisättyjen (mm. *Trichoderma*) tai orgaanisesta materiaalista (komposteista) peräisin olevien antagonististen mikrobien kykyä vähentää alustan haitallisten mikrobien (mm. *Pythium*, *Rhizoctonia*) vaikutuksia. Yleensä mikrobilisäyksillä oli ollut hyödyllisiä vaikutuksia; tautien vähentymistä ja kasvun lisäystä sekä laadun parantumista, mutta kaikissa tutkimuksissa tulokset eivät olleet selviä ja johdonmukaisia.

Monissa esitelmissä oli paneuduttu kasvualustojen fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien mittaamiseen. Loppupäätelmänä oli, että eri maissa käytetään hyvin erilaisia menetelmiä, joten tulosten vertailtavuus on usein huono. Toisaalta eri tahoilla on erilaisia tarpeita. Kasvualustojen valmistajat tarvitsevat menetelmiä, joilla seuraavat tuotteiden-

sa laatua. Valvonta- ja neuvontajärjestöt tarvitsevat standardoituja ja vertailtavia menetelmiä valvonnan ja neuvonnan avuksi. Kasvattajalle tärkeitä ovat yksinkertaiset mittaukset, joiden avulla hän pystyy arvioimaan esimerkiksi kasvustojen veden ja lannoituksen tarpeita. Tulevaisuuden haasteeksi nähtiin standardoitujen menetelmien käytön laajentaminen (EN ja ISO –standardit) sekä tutkimukset eri menetelmin saatujen tulosten vertailtavuudesta. Tärkeäksi nähtiin myös tieteellinen vapaus menetelmien käytössä sekä sitä kautta uusien menetelmien tulo myös käytäntöön.

Esille nousi myös “nuorempi ja teoreettisempi sukupolvi” Ranskasta ja Kanadasta. Heidän tavoitteenaan on erilaisten mallien avulla kuvata mm. kasvualustan kuivumis- ja vettymisprosesseja sekä mittausten avulla varmentaa mallien oikeellisuutta.

Muutamassa esityksessä oli kasvu-



Kuva 1. Keveitä tunnelimuovihuoneita Taugourdean vihannestarhalta. Kuva Marja-Liisa Juntunen.

alustojen rakenteellisia ominaisuuksia tutkittu läpivalaisumikroskopian (TEM) avulla. Ruotsalaiset tutkijat olivat viime vuonna lähteneet selvittämään, voisiko kerroskuvauksen (CT X-ray) avulla saada uutta tietoa kasvualustojen ominaisuuksista ja juuristogeometriasta. Suuri osa esityksistä ja varsinkin postereista perustui kuitenkin perinteiseen koeasetelmaan; erilaisten kasvualustojen sekä erilaisten kastelu- ja lannoitustasojen vaikutus eri kasvien kasvuun ja markkinakelpoisuuteen.

Ohjeet turvevarojen “järkelle käytölle”

Turve on edelleen tärkein kasvualustamateriaali ympäri maailmaa, kuten se on ollut jo 50 vuoden ajan. Yksin puutarhataloudessa käytetään lähes 40 miljoonaa m³ kasvuturvetta vuosittain. Yhden seminaaripäivän teemana olikin “Turve kasvualustassa”. Päivän aikana pohdittiin mm. turvealueiden kestäväää käyttöä ja turpeen asemaa kasvualustana kasvituotannossa. Nykyisin ongelmana on se, että turpeen laatu ja saatavuus vaihtelevat eri puolilla Eurooppaa. Tasalaatuista vaaleaa rahkasammalturvetta on vain pääasiassa Euroopan pohjoisosissa mm. Skandinaviassa, Baltiassa ja Irlannissa. Muualla Länsi- ja Etelä-Euroopassa turvesoita on käytetty intensiivisesti vuosikymmenten ajan, joten kasvualustaksi soveltuvasta turpeesta alkaa olla pula. Näissä maissa kasvualustatuotantoon on käytettävissä vain pitkälle maatunutta tummaa turvetta. Laadukkaampi vaalea turve on ostettava muista maista.

Huvenneet turvevarat ovat herättäneet EU:n alueella keskustelua siitä, voidaanko turvetta pitää uusiutuvana luonnonvarana, koska uutta turvekerrosta syntyy hitaasti; vuodessa vain noin yhden millimetrin verran. Päivän esityksissä painotettiin turvetuottajien vastuuta turvesoiden kestävään käytöstä. Kan-

sainvälinen turveyhdistys (IPS) ja kansainvälinen suoalueiden suojeluryhmä (IMCG) ovat julkaisseet aiheesta kirjan “Wise use of mires and peatlands” ja DVD:n “Wise use of peatlands”, johon tutustuimme päivän aikana. Materiaalissa tuotiin esille, että lainsäädäntö ja viranomaisten ja turvetuottajien yhteistyö ovat avainasemassa turpeen “järkevässä käytössä”, joka huomioi turvesoiden ympäristöarvot ja minimoi turpeennostosta aiheutuvat kielteiset vaikutukset suoalueisiin.

Rahkasammalten kasvatusta tutkitaan

Nuoret saksalaistutkijat kertoivat laajoista rahkasammalten kasvatuskokeista, joita tehdään Greifswaldin yliopistossa ja Bremenin maaperäteknologisessa instituutissa (Institu-

te of Soil Technology). He ovat mittanneet laboratoriotutkimuksissa eri rahkasammallajien kasvua erilaisissa kasvuolosuhteissa. Parhaimmat sammallajit kasvoivat optimiolosuhteissa jopa 4 cm vuodessa. Sen sijaan ulkokentillä tehtävistä kokeista ei ollut vielä tuloksia käytettävissä.

Hannoverissa toimiva puutarhatutkimuksen keskus on puolestaan tutkinut erilaisten kasvien kasvua “kasvatetuista sammalista” tehdyissä kasvualustoissa. Heidän tulostensa perusteella “kasvatettu sammal” sopii osaksi (50% v/v) turvekasvualustaa. Tutkimus on saanut rahoitusta myös saksalaisilta kasvualustojen valmistajilta ja se jatkuu ainakin vuoden 2007 alkupuolelle.



Kuva 2. Tumman turpeen nostoa Florentaise-yhtiön suoalueilla. Turve nostetaan kosteikon reunalta noin kahden metrin syvyydestä. Noston jälkeen turve jätetään nostopaikalle kuivumaan aumoihin noin kahdeksi vuodeksi, minkä jälkeen se kuljetetaan proomuilla lähiselle tuotantolaitokselle edelleen käsiteltäväksi. Kuva Marja-Liisa Juntunen.

Ranskalaiset valmistajat käyttävät kasvualustoissa irlantilaista ja baltialaista turvetta

Vierailuilla kahden kasvialustavalmistajan (Florentaise ja Falienor) luona, näimme erilaisia raaka-aineita sekä kuulimme heidän kehitystyöstään ja markkinoistaan. Karkeasti voidaan sanoa, että noin puolet valmisteista menee ammattikasvatustajien käyttöön ja toinen puoli harrastelijamarkkinoille. Ammattilaisien käyttämissä kasvualustoissa hallitsevia ovat turve- ja puukuoriseokset (turpeen osuus 40-60% v/v).

Florentaise (www.florentaise.com):
-valmistaa ja myy kasvialustoja sekä maanparannusaineita kotimaansa markkinoille
-vuonna 2004 valmisti 446 000 m³ kasvialustoja (liikevaihto 22 M€)
-yrityksellä on 10 toimipaikkaa Ranskassa
-kasvialustamateriaaleja ovat musta ja ruskea turve, savi, puukuidut (Hortifibre) ja kompostoitu puunkuori
-kehittänyt ja patentoinut termomekaanisen menetelmän puukuitujen "irrottamiseen" kasvialustakäyt-

töön soveltuvaksi (Hortifibre)
-kaksi omaa kosteikkoaluetta, jotka soveltuvat turvetuotantoon. Alueilla tummaa saraturvetta nostetaan veden alta kuivumaan penkalle kahdeksi vuodeksi, jolloin vesipitoisuus pienenee noin 30 %
-yrityksellä on ISO 9001 sertifiointi
-jatkuvaa tuotekehitystä; kaksi uutta tuotetta markkinoille vuosittain

Falienor (www.falienor.com):
-valmistaa ja myy kasvialustoja ammattilaisille ja komposteja puutarhakeskuksiin
-tuottaa vuosittain 400 000 m³ kasvialustoja yli 40 eri raaka-aineesta, kuten vaalea ja tumma turve, tuore ja kompostoitu puun kuori (*Pinus maritimus*), kookoskuitu, vulkaaninen sora, savi yms.
-kaksi tuotantopaikkaa, 55 työntekijää, liikevaihto 10 M€ (v. 2004)
-tuotteiden soveltuvuutta kasvituotantoon tutkitaan kasvihuone- ja kenttäkokeilla
-tuotteiden laatua seurataan omassa laboratoriossa (>5800 testiä vuosittain)

Kierrätysraaka-aineet kasvialustamateriaalina

Turpeen erinomaisista ominaisuuksista huolimatta, taloudelliset, ekologiset ja poliittiset paineet, kuten turpeen kalleus, rajoitettu saatavuus ja hidas uusiutuminen sekä turvealuiden suojeleminen että biologisten jättemateriaalien hyödyntämispaineet ovat johtaneet erityyppisten kierrätysraaka-aineiden tutkimuksen ja kasvialustakäytön lisääntymiseen. Viimeisen seminaaripäivän teeman olivatkin "kompostit ja muut kasvialustan ainekset". Yleisimpiä kasvialustassa käytettäviä kierrätysmateriaaleja ovat puunkuori sellaisenaan tai kompostoituna, kuidutettu puu, kookos ja kompostoitu bio- ja viherjäte. Kierrätysmateriaalit eivät sovellu sellaisenaan 100 % kasvialustaksi. Yleensä materiaali kompostoidaan ja sillä korvataan osa kasvialustassa käytettävästä turpeesta. Korvattavan turpeen osuus riippuu mm. kierrätysmateriaalin ja turpeen ominaisuuksista, kasvatustekniikasta ja kasvatettavan kasvilajin vaatimuksista.

Kompostoitua kuorta käytetään yleisesti osana kasvialustaa Euroopassa

Kompostoitu kuori on nykyisin yleisimmin käytetty kierrätysraaka-aine kasvialustoissa. Esimerkiksi Ranskassa kompostoitua kuorta käytetään kasvialustoissa 600 000 milj. m³ vuosittain. Myös muualla Länsi-Euroopassa ja USA:ssa kompostoidun kuoren kasvialustakäyttö on lisääntynyt viime vuosikymmenen aikana. Kuorikompostia tuotetaan Euroopan alueella mm. männyn (*Pinus sylvestris*) ja mustamännyn (*Pinus nigra* var. *maritima*) kuoresta. Kuori kerätään talteen mm. puunjalostusteollisuuden menevistä rungoista ja sitä kompostoidaan aumoissa tyyppitoisen lisäaineen, esimerkiksi urean, kanssa 2 – 6 kuukauden ajan. Kompostoimalla saadaan mm. vähennettyä kuoren fyto-



Kuva 3. Florantaise -yhtiön kehittämä ja patentoima laitteisto, jolla pienemässä kuvassa näkyvien ruuvien avulla "irrotetaan" korkeassa lämmössä ja paineessa puuhakkeesta kasvialustakäyttöön sopivia kuituja (Hortifibre). Kuva Marja-Liisa Juntunen.

toksisuutta ja typen sitoutumista kuoreen, jotka muutoin heikentäisivät kasvien kasvua kuorta sisältävässä kasvualustassa. Kompostoidun kuoren lisääminen kasvualustaan parantaa tumman turpeen ilma-vauttaa, keventää kasvualustaa sekä ehkäisee kasvitauteja. Kompostoidun kuoren käyttö ammattimaisessa tuotannossa on tulevaisuudessa merkittävää varsinkin alueilla, jossa turpeen käyttö on kallista.

Viherjätekompostien soveltuvuutta kasvualustaksi selvitetään

Kiinnostus viherjätekompostin kasvualustakäyttöön on lisääntynyt voimakkaasti viime vuosikymmenen aikana etenkin Iso-Britanniassa ja Saksassa, joissa viherjätettä muodostuu arviolta 1,5 miljoonaa tonnia ja 7 – 8 miljoonaa tonnia vuosittain. Kompostoitava viherjäte koostuu pääasiassa kotitalouksien ja yhdyskuntien viheralueiden biojätteestä, kuten ruohonleikkuujätteestä, puiden ja pensaiden oksista ja lehdistä, rikkakasveista sekä pinta- maasta ja käytetystä kasvualustois-

ta. Viherjätteen käyttöä halutaan edistää, jotta voidaan vähentää kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrää sekä kasvuturpeen käyttöä puutarhataloudessa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa valtiovalta on asettanut tavoitteita kaatopaikalle päätyvän viherjätteen määrän vähentämiseksi.

Viherjätteen kasvualustakäyttö ei kuitenkaan ole ongelmatonta. Viherjätteen laatu vaihtelee vuodenajan ja syntypaikan mukaan. Lisäksi kompostoidun viherjätteen fysikaaliset ja biologiset ominaisuudet, kuten korkea tiheys, pH ja johtokyky, sekä mahdolliset rikkakasvit ja kasvutaudin aiheuttajat vaikeuttavat tuotteen kasvualustakäyttöä. Myös jätteen kuljetukseen ja käsittelyyn liittyvät kustannukset ovat nykypäivänä korkeita tuotteen laatuun ja käyttökel- poisuuteen nähden. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi viherjätteen kohdistunut tutkimus on hyvin intensiivistä: yksin Iso-Britanniassa on käynnissä kymmeniä tutkimushankkeita, joilla pyritään parantamaan viherjätekompostien laatua ja lisäämään kompostoidun viherjätteen kasvualustakäyttöä.

Turpe on laadukkainta kasvualustaa

Turpeen käyttö kasvualustana tai osana kasvualustaa on mahdollistanut nykyisenlaisen kasvihuonetuotannon. Turpeen ainutlaatuisina fyysikaalisia ja biologisia ominaisuuksia ei ole tavattu vielä millään muulla kasvualustamateriaalilla. Kierrätysmateriaalien yleistyessä niiden ominaisuuksia tullaan aina vertaamaan hyvälaatuisen kasvuturpeen ominaisuuksiin. Suurin haaste kompostoitujen kasvualustamateriaalien valmistuksessa onkin korkea- ja tasalaatuisen kasvualustan tuottaminen vaatimaan laajamittaiseen kasvi- tuotantoon. Tulevaisuus näyttää vaikiintuvatko erityyppiset kompostit ammattimaisessa puutarhataloudessa vai jääkö kompostikasvualustojen käyttö harrastelijapuutarhureiden harteille.

Marja-Liisa.Juntunen@metla.fi
Anna-Maria.Veijalainen@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen toimintayksikkö
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI

PINTAKASVILLISUUDEN TORJUNNAN VAIKUTUS RAUDUSKOIVUN PELLONMETSITYSTULOKSEEN

Jyrki Hytönen ja Paula Jylhä, Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen toimintayksikkö

Hytönen, J. & Jylhä, P. 2005. Effects of competing vegetation and post-planting weed control on the mortality, growth and vole damages to *Betula pendula* planted on former agricultural land. *Silva Fennica* 39(3): 365-380.

Pintakasvillisuus kilpailee puuntaimien kanssa vedestä, ravinteista ja valosta. Se lisää myös erilaisten tuhohojen riskiä. Kasvillisuuden kehitys maanmuokkauksen jälkeen on erityisen nopeaa metsitetyillä pelloilla, joilla neliometrillä voi olla jopa

50 000 itämiskykyisenä säilynyttä rikkakasvin siementä. Yksivuotiset kasvit valtaavat pellon jo ensimmäisellä kasvukaudella. Myöhemmin niiden tilalle tulee heiniä ja monivuotisia ruohokasveja. Runsas kasvillisuus lisää mm. myyrätuhojen

vaaraa, sillä se tarjoaa myyrille suojaa ja ravintoa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin pintakasvillisuuden peittävyys ja erilaisten torjuntamenetelmien vaikutuksia rauduskoivun taimien kasvuun, kuolleisuuteen ja myyrätuhoihin 6 - 11 vuoden seurantajaksoilla.

Tutkimuksen toteuttaminen

Kivennäismaapellolle Vilppulaan perustettiin keväällä 1991 koe, jossa rauduskoivun taimet istutettiin muokattuun maahan 100 m²:n kokoisille koeruuduille. Koealat olivat muokkauksen (kyntö ja äestys) jäljitä täysin kasvipeitteettömiä. Torjuntakäsittelyt tehtiin istutuksen jälkeen; maavaikutteisilla herbisideillä kesäkuun puoliväliin mennessä ja lehtivaikutteisilla heinäkuun lopussa, jolloin pintakasvillisuus oli riittävän kehittyntä. Koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen kokeena, jossa oli 3-6 toistoa. Maavaikutteisista herbisideistä tutkittiin terbutylatsiinia, klortiamidia, diklobeniilia ja pendimetaliniä, lehtivaikutteisista glyfosaattia ja setoksidiimia. Vaihtoehtoisina menetelminä käytettiin peitekasvin (valkoapila) kylvämistä ja taimien tyville asetettuja katelevyjä (50 cm x 50 cm kuitulevy). Lisäksi jätettiin käsittelemättömiä vertailukoaloja. Koealue aidattiin jänis- ja hirvituhojen estämiseksi.

Taimien pituus ja läpimitta mitattiin useita kertoja kokeen aikana. Lisäksi arvioitiin taimien elinvoima ja tuhot. Pintakasvillisuuden peittävyys, varjostus ja lajikoostumus määriteltiin kolmena ensimmäisenä vuonna.

Päätulokset

- Terbutylatsiinilla, klortiamidilla ja diklobeniilillä käsitellyillä koealoilla pintakasvillisuuden peittävyys oli 2-3 vuoden ajan pienempi kuin käsittelemättömillä vertailukoaloilla. Glyfosaatilla käsitellyillä koealoilla torjuntavaikutus kesti vain yhden kasvukauden ajan. Kasvillisuuden peittävyys pendimetaliniinilla ja setoksidiimilla käsitellyillä koealoilla oli yhtä suuri kuin käsittelemättömillä kontrolliruuduilla, kuten myös peitekasvi- ja katelevyruuduilla.

- Pintakasvillisuuden peittävyys lisääntyminen hidasti taimien pituuskasvua (kuva 1). Voimakas heinäpeittävyys alkuvuosina vähensi merkittävästi taimien myöhempää pituutta aina 11-vuotisen seurantajakson loppuun saakka. Kuolleisuus kääntyi jyrkkään nousuun, kun pintakasvillisuuden peittävyys ylitti 60 %:n tason (kuva 2).

- Myös silmävaraisesti arvioidun pintakasvillisuuden varjostuksen lisääntyminen hidasti pituuskasvua ja lisäsi kuolleisuutta.

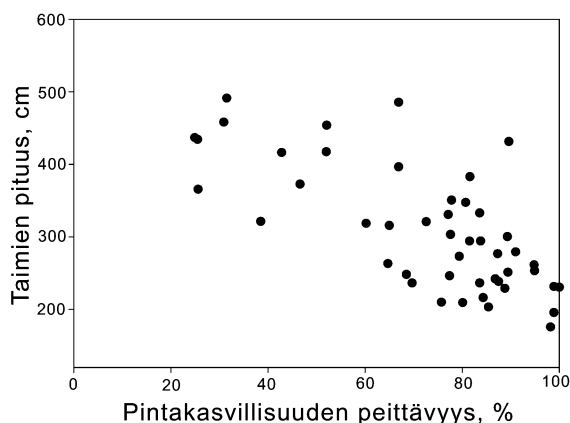
- Tehokas pintakasvillisuuden tor-

junta lisäsi taimien kasvua. Alkuvuosina syntyneet kokoerot säilyivät seurannan loppuun saakka. Taimet olivat pisimpiä klortiamidilla käsitellyillä ruuduilla. Kuuden vuoden iässä ne olivat keskimäärin 410 cm pitkiä ja 11 vuoden ikäisinä 778 cm. Käsittelemättömillä kontrolliruuduilla taimien keskipituudet vastaavan ikäisinä olivat 240 cm ja 556 cm.

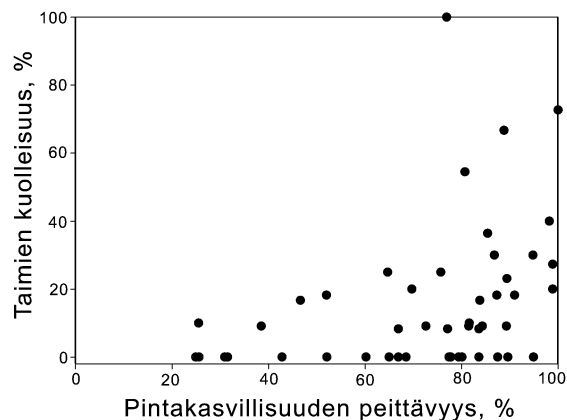
- Käsittelemättömillä vertailuruuduilla 18 % taimista kuoli kuuden ensimmäisen vuoden aikana. Taimien kuolleisuus vastaavana aikana oli suurinta peitekasviruuduilla (46 %) ja setoksidiimilla (44 %) käsitellyillä ruuduilla. Kuolleisuus katelevyruuduilla oli ainoastaan 2 % ja klortiamidilla käsitellyillä ruuduilla 3 %. Kuolleisuudet olivat erittäin pieniä myös diklobeniilillä ja terbutylatsiinilla käsitellyillä koealoilla. Kuudennen vuoden jälkeen kuolleisuus ei enää juuri lisääntynyt millään käsitteilyllä.

- Puuston tilavuus oli suurin klortiamidilla käsitellyillä ruuduilla, joilla tilavuus oli 11 vuoden iässä keskimäärin 34 m³/ha. Tilavuus oli lähes kolminkertainen kontrolliruutuihin (12 m³/ha) verrattuna (kuva 3).

- Myyrätuhoja havaittiin toisen, neljännen ja kuudennen kasvukauden jälkeen. Taimien koko vaikutti myyrätuhoalttuteen toisena ja neljäntenä vuotena siten, että vioittuneita taimia oli eniten pienimmässä kokoluokissa. Myöhemmin taimien kool-



Kuva 1. Pintakasvillisuuden peittävyys (3. kasvukausi) ja taimien keskipituuden (6 v) välinen riippuvuus.

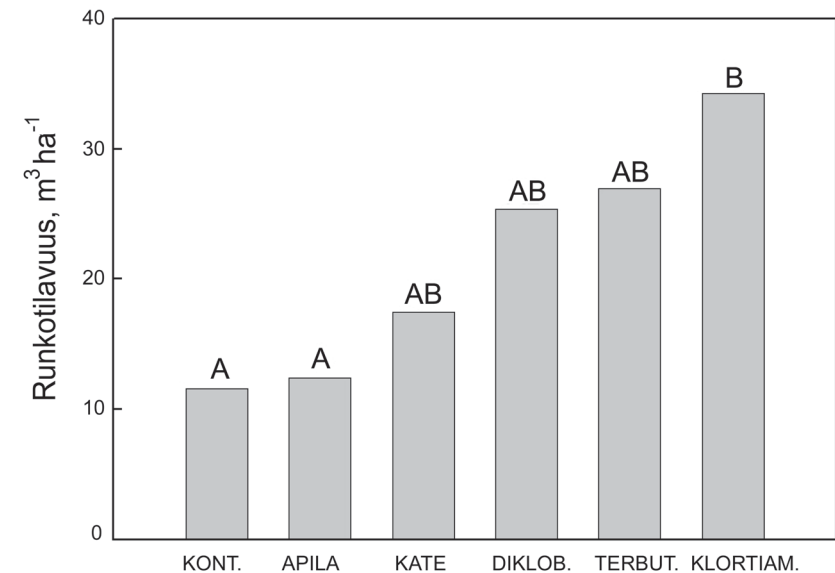


Kuva 2. Pintakasvillisuuden peittävyys (3. kasvukausi) ja taimien kuolleisuuden (6 v) välinen riippuvuus.

la ei ollut enää vaikutusta. Myös pintakasvillisuuden peittävyys kasvu lisäsi ensimmäisten vuosien myyrätuhoja.

Päätelmät

Kemiallisten pintakasvillisuuden torjunta-aineiden käyttö metsänviljelyssä on vähentynyt voimakkaasti, ja markkinoilta on poistunut monia tuotteita. Tässä tutkimuksessa mukana olleista herbisideistä ainoastaan glyfosaattia ja diklobeniilia voidaan enää käyttää metsänviljelyssä. Apila peitekasvina osoittautui yhtä pahaksi kilpailijaksi kuin varsinaiset rikkakasvit. Lisäksi se houkutteli myyriä. Katelevyjen käyttö ei lisännyt taimien kasvua, joskin kuolleisuus katelevyruuduilla oli pieni. Tulokset osoittavat, että tehokas pintakasvillisuuden torjunta nopeuttaa taimikon kasvua sekä pienentää kuolleisuutta ja myyrätuhoja. On mahdollista, että kemial-



Kuva 3. Puuston tilavuus käsittelyittäin 11 vuotta seuratuilla koealoilla. Samalla kirjainyhdistelmällä merkityt käsittelyt eivät poikenneet toisistaan 5 %:n merkitsevyystasolla.

listen torjunta-aineiden käyttöä rajoitetaan ympäristösyistä entisestään. Sen vuoksi on tärkeää jatkaa vaihtoehtoisten menetelmien tutkimista.

Jyrki.Hytonen@metla.fi
 Paula.Jylha@metla.fi
 Metsäntutkimuslaitos
 Kannuksen toimintayksikkö
 PL 44
 69101 KANNUS

METSÄNJALOSTUS AIHEENA POHJOISMAISELLA TAIMITARHARETKEILYLLÄ SKÅNESSA

Marja Poteri, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö

Pohjoismaisen metsätalouden siemen- ja taimineuvoston (NSFP) retkeily järjestettiin elokuussa Etelä-Ruotsin Skånessa. Noin 50 osanotajasta pääosan muodostivat metsäpuiden siementuottajat ja jalostustutkijat taimitarhaedustajien ollessa tällä kertaa vähemmistönä. Retkeilykohteet olivat Svenska Skogsplanterin paljasjuuritarha Kollaberga ja Skogforskin metsäntutkimusasema Ekebo.

Ensimmäinen tutustumiskohde oli Ekebon tutkimusasemalla tehtävä kuusen ja koivun jalostus. Etelä-Ruotsissa on pitkät perinteet eteläisten kuusialkuperien käytöstä, ja niinpä tutkimusasemalla esiteltiin mm. 20- ja 40-vuotiaat slovakialaisilla ja valkovenäläisillä alkuperillä perustetut kuusikloonikokeet.

Ensimmäisellä 20 vuotta sitten perustetulla koealalla klooneista erot-

tui hyväkasvuinen kuusirivi, jonka puissa oli lisäksi ohuet ja suorakulmaiset oksat. Tämän valkovenäläistä alkuperää olevan kloonin ominaisuudet olivat edelleen erotettavissa myös toisella vanhemmalla n. 40-vuotiaalla koealalla, jossa oli käytetty samoja klooneja. Vanhemman koealan joihinkin runkoihin oli ilmaantunut kuusen pihkavuotoa parin metrin korkeudelle. Ilmiö näytti keskittyvän vain tiettyihin kloonei-

hin. Pihkavuodon syytä ei toistaiseksi tiedetä.

Ekebossa sijaitsi myös koivun siemenviljelmä, joka tuotti koivunsiementä koko Etelä-Ruotsin tarpeisiin. Siemenpuut kasvatettiin isoissa saaveissa muovihuoneessa, missä kukinta saatiin alkamaan pari viikkoa aikaisemmin kuin ulkona. Siemenet kerättiin heinäkuun puolivälissä, minkä jälkeen puut siirrettiin ulos talventuloon asti. Kukkasilmujen muodostumista edistettiin pitämällä puita touko-kesäkuussa kuivuusstressissä. Koivujen latvat oli myös katkaistu.

Kuusen kasvullinen lisäys vauhdissa

Tutkija Bo Karlsson kertoi kuusen kasvullisesta monistamisesta somaattisen embryogeneesin avulla (periaatetta on esitelty tarkemmin s. 22). Ruotsalaistutkijat ovat tehneet isoja edistysaskelaita kloonausmenetelmän soveltamisessa kuuselle ja monistusmenetelmästä odotetaan varteenotettavaa keinoa perinteisen kuusenjalostuksen rinnalle. Ennen kuin menetelmää sovelletaan Ruotsissa laajemmin, on tarkoituksena vielä testata taimien kasvua ja ominaisuuksia erilaisilla istutuskohdeilla ja -olosuhteissa.

Tällä hetkellä Ruotsissa on istutettu kuusen somaattisen embryogeneesin kautta tuotettuja kloonitaimia 4 000 kappaletta, jotka edustava n. 65 eri kloonina. Tutkijoiden tämän vuoden tavoitteena oli nostaa kuusikloonien määrä 155:een, mutta kuusen erittäin huonon kukinnan vuoksi lisäystä ei voitu vielä toteuttaa. Uusien kloonien lisäämistyö siirrettiin aloitettavaksi ensi vuonna 2006.

Perinteisiä kloonipistokastaimia tuotetaan Ruotsissa vielä jonkin verran, mutta niitä käytetään lähinnä tutkimustarkoituksiin.

Koivu kiinnostaa

Jalostuskokeista esiteltiin myös kloonikoivujen ja hybridihaavan istutusaloja. Kloonikoivukokeessa oli eri rauduskoivualkuperiä Ruotsista, Baltian maista, Puolasta ja Suomesta sekä eteläisimmät Saksasta. Pelto-maahan istutetut koivut olivat 13-vuoden ikäisiä. Puissa oli jonkin verran latvanvaihtoja ja varsinkin suomalaiset koivut olivat huomattavan oksikkaita, mikä mahdollisesti johtui puiden alkuperään nähden liian eteläisestä sijainnista. Koivu tuntui olevan nyt Etelä-Ruotsissa erityisen kiinnostuksen kohteena, minkä vuoksi Suomen pienenevät koivun tuotanto- ja istutusala-alueet herättivät kysymyksiä ja keskustelua.

Osalla koivukokeen koeruutuja kasvoi kloonitaimien lisäksi myös siemenestä kasvatettuja puita. Nämä kaksi eri lisäystapaa erottuivat mielenkiintoisesti toisistaan tyvikaarnan muodostuksen perusteella: kloonikoivut eivät olleet muodostaneet tyvelle kaarnaa, kun taas samanikäisissä siemenkoivuissa näkyi jo selvästi kaarnan muodostusta.

Käytäväharvennusta hybridihaavalla

Hybridihaapakohdeella tutustuttiin vuonna 1990 istutettuun neljän eri kloonin metsikköön. Koealalta puut oli korjattu ensimmäisen kerran vuonna 2000-2001, minkä jälkeen alalle annettiin kehittyä juurivesois-ta uusi taimikko. Tähän juurivesakoon oli tehty kahtena vuonna, 2003 ja 2005, kaksi eriasteista harvennusta joko yhdensuuntaisin käytävinä (kuva 1) tai ristikkäin kulkevinä käytävinä. Harvennuskäytävän leveys oli 2 m ja käytävien väliin jääneiden juurivesa-alojen leveys 1 m. Ristikäytäväharvennuksissa kohtisuorassa olevien käytävien väliin jäi 1 m x 1 m -kokoinen ala vesoja. Koeala oli aidattu, millä estettiin hirvieläintuhot.

Ruotsissa hybridihaavan kasvatuksessa pyritään yhdistämään erilaisia tavoitteita. Tarkoituksena on, että ensimmäinen suuri biomassan tuotos korjattaisiin käytäväharvennuksin, josta saatava harvennuspuuaines käytettäisiin biopoltoaineeksi. Kasvatussuosituksen mukaan jäljelle jäävät puut käsitellään perinteisin harvennuksin sellu- ja tukkipuusaantoa silmällä pitäen. Metsikön uudistamisvaiheessa hybridi-



Kuva 1. Skogforskin Ekebon tutkimusaseman vuonna 1990 perustettu hybridihaapakoeala. Puut on hakattu vuosina 2000 ja 2001 ja koealalle syntynyt vesakko on harvennettu 2 metriä leveillä harvennuskäytävillä vuosina 2003 ja 2005. Kuva Marja Poteri.

haapa tuottaa runsaasti juurivesoja, joista kasvatus käynnistetään taas uudelleen.

Toisen päivän retkikohteena oli Kollabergan taimitarha, joka tuotti pelkästään paljasjuurisia taimia (kuva 2). Paljasjuuritaimien tuotanto on Etelä-Ruotsin tarhoilla hyvin yleistä ja paljasjuuritaimia viedään paljon myös Tanskaan. Kollabergan tuotanto on 10 miljoonan taimien luokkaa ja tarha kuuluu Svenska Skogsplantor-taimiyhtiölle, jonka vuosituotanto on tällä hetkellä 150 miljoonaa tainta.

Svenska Skogsplantorilla on toiminnassa kaikkiaan seitsemän taimitarhaa – kaksi tarhaa enemmän kuin alunperin yhtiön uudelleenjärjestelyjen tarkoituksena oli ylläpitää. Syynä lisäkapasiteettiin on parin vuoden takaiset myrskytuhot, mikä on lisännyt ennakoitua enemmän taimitarvetta.

Valkovenäläisiä paljasjuuritaimia

Kollabergan taimitarhalla kasvatettiin myös valkovenäläisiä taimia. Vierailun aikaan elokuun lopussa paikalliset alkuperät olivat jo silmuuntumassa, kun valkovenäläiset vielä jatkoivat kasvuaan. Etelä-Ruotsissa eteläiset alkuperät selviävät eikä syyshallan riskiä pidetty suurena.

Tukkimiehenä on Etelä-Ruotsissa iso ongelma kuoriaisen lyhyen sukupolviajan vuoksi. Torjuntaan ei ole olemassa yhtä helppoa ratkaisua, vaikkakin Ruotsissa on voimakkaasti etsitty kemiallisen torjunnan rinnalle vaihtoehtoja. Mekaanisten suojusten ja erilaisten taimien kuorelle levitettävien vahojen sekä vahan ja hiekan yhdistelmien kehittämistä kokeilutyö jatkuu kuitenkin edelleen yhteistyössä eri taimituottajien kanssa.



Kuva 2. Svenska Skogsplantorin Kollabergan taimitarha Skånessa tuotti pelkästään paljasjuuritaimia. Elokuun lopussa etualan tummemmat paikallista alkuperää olevat kuusentaimet olivat jo päättäneet kasvunsa, kun taas takana vaaleampana näkyvät valkovenäläiset alkuperät olivat vielä kasvussa. Kuva Marja Poteri.

Retkeilypäivien esitelmät pidettiin kokoushotellissa ja ne käsitelivät monipuolisesti jalostuksen hyötyjä ja haittoja, minkä lisäksi kuultiin katsaukset eri maiden metsäpuiden siementilanteeseen.

Kuusensiemennestä pulaa myös Ruotsissa

Suomessa vallitseva pula kuusen siemenviljelyssiemenestä ei ole Ruotsissakaan tuntematonta, sillä huonot siemenvuodet ovat sielläkin verottaneet siemenvarastoja. Norjassa metsätaloudessa on omaksuttu peitteinen metsänkäsittely, mikä on johtanut istutusmäärien huimaan laskuun. Taimituotantomäärät ovat puolittuneet viidessä vuodessa ja maassa ollaankin tilanteessa, missä koko Etelä-Norjan käyttämä kuusen siemen saataneen siemenviljelyksiltä. Aikaisemmin voimakkaan taimituotannon aikaan viljelyssiementä käytettiin 25 %. Metsäpolitiikan uusi suunta on myös vaarantamassa Norjan metsänjalostusta, jonka rahoitus on voimakkaasti vähentynyt. Tämän vuoksi uusia investointeja, kuten viljelysten perustamista, ei ole suunnitteilla.

Ruotsissa tuotettiin vuonna 2004 taimia kaikkiaan 327 miljoonaa, josta määrästä mäntyä 126, kuusta 188 ja lehtipuita 2,4 milj. Lisäksi muiden havupuiden, kuten kontortamännyn tuotanto oli 11 miljoonaa.

Ruotsissa kuusen siemenviljelyssiemenen osuus kylvöissä on n. 50 % ja männyllä 74 %. Kuusen siemenviljelyssiemenestä on tällä hetkellä pulaa ja sen arvellaan Etelä-Ruotsin osalta helpottavan vuoden 2020 paikkeilla.

Ruotsissa tarhat hoitavat myös siemenviljelyksiä

Ruotsiss siemenviljelysten perustamistahtina on ollut uusi viljelys joka 20. vuosi. Tällä hetkellä on menossa kolmas siemenviljelysten perustamiskierros, ohjelma TreO. Työ toteutetaan aikaisempien vuosien tapaan yhdessä usean eri toimijan kanssa, joita ovat metsänomistajien yhdistykset, isot metsäyhtiöt, Sveaskog, Svenska Skogsplantor ja yksittäiset metsätaimitarhat. Kukin omistajataho maksaa kustannukset omistamaltaan siemenviljelysosuudelta. Yleensä viljelyksen hoidosta vastaa jokin taimitarha.

TreO –siemenviljelysohjelman arvioidaan maksavan 100 milj. SEK, johon sisältyy perustaminen ja hoitokustannukset ensimmäiseen sadonkorjuuseen asti. Uuden viljelyksen perustamisinvestoinnin laskeaan maksavan 1-2 äyriä siementä kohden tai 50 äyriä jokaista tuotettua lisäkuutiometriä kohden.

Uusilta viljelyksiltä saatavalla materiaaalilla tavoitellaan optimissaan

25 % kasvunlisäystä, jonka arvelaan vielä edelleen nousevan jopa 35 %:iin vuosina 2010-2020 toteutavilla viljelyksillä. Tutkija Ola Rosvallin mukaan todellinen valtakunnallinen jalostushyöty asettunee 20-30 %:iin, koska on otettava huomioon, että eri alkuperien valintatapa samoin kuin luontaisen uudistamisen käytön laajuus metsänviljelykohteilla vaikuttaa lopputulokseen. Arviossa ei myöskään ole huomioitu siemenviljelysten saaman taustapölytyksen vaikutusta siemenen jalostusarvoon.

Jalostetut taimet parhaille kohteille

Jalostushyötyjä metsänomistajan näkökulmasta tarkasteltiin tutkija Lennart Erikssonin esitelmässä, jossa hän arvioi metsikön perustamisesta lähtien eri lisäysaineistolla saatavia tuloja kiertoajan lopussa. Laskelmissa istutettiin taimia 3 000 kpl/ha ja vaihtoehtoisina uudistamismateriaaleina hänellä oli tavanomaiset kuusen taimitarhataimet (taimikustannus 15 000 SEK/ha), kuusen kloonipistokkaat (taimikustannus 19 500 SEK/ha) ja somaattisella embryogeneesillä tuotetut kloonitaimet (taimikustannus 16 500 SEK/ha). Jalostetun materiaalin käyttö oli laskennallisesti kannattavinta uudistettaessa hyviä maapohjia ja tehtäessä metsänhoitotoimenpiteet suositusten mukaan. Jalostamattomaan uudistusmateriaaliin verrattuna jalostetulla aineistolla perustetuissa metsiköissä mallilaskelmien mukaan hoito- ja hakkuukustannukset osoitautuivat alhaisemmiksi mm. har-

vennusuuston suuremman läpimitan vuoksi; lisäksi tulopuolta nostivat metsikön korkeampi tuotos ja laadukkaampi puutavara. Eriksson korosti, että täyden geneettisen hyödyn saamiseksi on metsikössä satsattava metsänhoitotoimenpiteisiin ja ne on toteutettava mahdollisimman hyvin ja oikea-aikaisesti.

Dag Lindgrenin (Ruotsin maatalousyliopisto) esityksessä puntaroitiin, mikä vaikutus siemenviljelyksillä on lajien monimuotoisuuteen. Hänen arvionsa mukaan jo toteutetun metsänjalostuksen ekologiset vaikutukset Ruotsin metsissä ovat vielä hyvin marginaaliset. Siemenviljelysten pluspuut on valittu ulkoisten ominaisuuksien perusteella, mikä ei vielä kerro puiden varsinaisesta perimäaineksesta, jolloin myös niiden luontainen perinnöllinen vaihtelukin on säilytetty. Lisäksi siemenviljelyksiemen saa aina taustapölytyksen muodossa lisää 'geeniainesta'.

Siemenviljelyksen biodiversiteettiin vaikuttaa kloonien lukumäärä, joka on ollut toistaiseksi melko suuri. Testatuilla aineistoilla tullaan todennäköisesti jatkamaan käyttäen huomattavasti pienempää kloonimäärää tai ainakin paineet siihen ovat voimakkaat. Kloonimäärän valinta on tasapainoilua jalostuksessa saatujen kasvu- ja laatuhyötyjen ja toisaalta suuremman itsepölytystodennäköisyyden ja pienemmän biodiversiteetin välillä. Hänen esityksessään mainittiin siemenviljelyksen lähtökohdana käyttää 16 kloonia, mutta 10 kloonin käytölläkään ei vielä jalostushyödyistä jouduttaisi tinkimään oleellisesti.

Retkeilyllä pidetyt esitelmät ovat nähtävissä myös NSFP:n kotisivulla osoitteessa: www.nsfp.nu.

Vuoden 2006 retkeily Tanskassa

Syksyllä pidetyssä siemen- ja taimineuvoston (NSFP) kokouksessa käsiteltiin ehdotusta Baltian maiden ottamisesta mukaan pohjoismaiselle taimitarharetkelyille. Samalla kuultiin, että mm. retkeilyjä rahoitettava pohjoismainen ministerineuvosto on korostanut ja jopa edellyttänyt eräiden alatyöryhmien toiminnassa yhteistyötä Baltian maiden kanssa. Ensi vuoden retkeily järjestetään Tanskassa, jonne päätettiin kutsua edustajia Baltian maista ja aloittaa tältä pohjalta mahdollinen yhteistyö.

Lisäksi muistutettiin siitä, että NSFP:llä on edelleen käytössään stipendi, jonka avulla kiinnostuneilla on mahdollisuus tutustua ja saada lisäkoulutusta vieraillemalla toisella pohjoismaisella taimitarhalla. Tätä vuoden 2000 alusta ollutta mahdollisuutta on käyttänyt toistaiseksi vain yksi Islannin edustaja, joka oli vuonna 2004 Norjassa tutustumassa pakkasvarastointiin kahden viikon ajan.

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

*Hyvää uutta vuotta 2006
Taimiuutiset-lehden lukijoille*



MASSATUOTANTOON SOVELTUVA MENETELMÄ KUUSEN KASVULLISEEN LISÄYKSEEN

Ruotsissa kuusien kasvua yritetään lisätä uusilla metsänjalostuksen menetelmillä. Jos Skogforskin tutkijoiden suunnitelmat toteutuvat, syksyyn 2009 mennessä on Keski-Ruotsiin perustettu useita koealoja, joilla kasvaa kasvullisesti lisättyjä kuusen kloonitaimia.

Perinteisesti kuusen kasvullista lisäystä on tehty juurruttamalla oksapistokkaita. Pistokastuotannossa taimien hintaa ei kuitenkaan ole pystytty pitämään kilpailukykyisenä tavalliseen siementaimeen nähden, sillä pistokkaiden massatuotantoa ei ole helppo automatisoida. Lisäksi pistokastuotantoon soveltuviin emopuiden on oltava melko nuoria, koska vanhat puut tuottavat pistokkaita heikosti.

Toinen jo 1980-luvulta tunnettu tapa tuottaa kuusen kloonitaimia on somaattinen embryogeneesi. Menetelmässä kuusen tuleentumattomasta siemenestä poimitaan alkio, josta kasvatetaan ja monistetaan erilais-
tumatonta solukkoa. Laboratoriossa tiettyjen käsittelyjen jälkeen so-

lumassan solut saadaan erilaistumaan uusiksi alkioiksi, jotka voidaan kasvattaa edelleen taimiksi. Uudet taimet ovat kopioita emopuusta eli kloonveja.

Somaattisessa embryogeneesissä emopuiden vanhentumisesta aiheutuva ongelma voidaan kiertää, sillä kerran tuotettua solukkomassaa voidaan pakastaa ja säilyttää nestetyypessä myöhempää lisäyskäyttöä varten. Kloonausmenetelmä soveltuu myös massatuotantoon ja on automatisoitavissa, mikä mahdollistaa kaupallisen tuotantomittakaavan.

Somaattisen embryogeneesin etuja on lisäksi se, että arvokkaiden periytyvien ominaisuuksien tutkiminen uudessa puusukupolvessa voidaan aloittaa nopeasti ja isoilla geneettisesti samankaltaisilla taimimäärillä. Lähtökohtana on jalostusarvoltaan tunnettujen kuusivanhempien risteytys eli kehittyvä siemen. Kloonijälkeläisten ominaisuudet, kuten hyväkasvuisuus, erilaiset laatu-
tekijät esim. puu- tai kuituainekseen liittyvät piirteet, on kuitenkin

testattava monipuolisesti maasto-olosuhteissa. Vasta näiden kenttätuotosten jälkeen on metsänviljelyyn tuotettavan massalisäyksen vuoro. Maastotestausvaihe kestää vuosia, minkä ajan testattavat 'kloonilinjat' odottavat syväjäässä nestetyypessä mahdollista tuotantokäyttöä.

Ruotsissa kuusen kasvullisen lisäyksen tutkimusta tehdään yhteistyössä taimituottajien kanssa, joita ovat mm. Bergvik Skog, Holmen Skog ja Sveaskog. Skogforsk vastaa laboratorio- ja lisäysmenetelmän kehittämisestä ja koeistutusten toteutuksesta. Somaattinen embryogeneesi on täysin steriileissä laboratorio-olosuhteissa tehtävää työtä, mikä vaatii sekä laite- ja tilainvestointeja sekä koulutettua henkilökuntaa.

Lähde: Satsning på somatisk embryogenes. Plantaktuellt 1/2005: 1-2.

Marja Poteri

MÄNNYNSIEMENVILJELYKSEN KONEELLISESTA LISÄTUULETUKSESTA EI APUA PÖLYTTYMISONGELMIIN

Siemenviljelysten sisällä tapahtuvaa pölytystä on vaikea kontrolloida ja tutkimusten mukaan huomattava osa männyn vartteista pölyttyy viljelyksen ulkopuolelta tulevalla ympäröivän metsäpuuston siitepölyllä. Ulkopuolinen 'tuntematon' siitepöly on ongelmallista, koska jalostuksen tavoitteena on siirtää syntyviin sie-

meniin ja uuteen puusukupolven tunnettuja ja haluttuja ominaisuuksia.

Joidenkin havaintojen mukaan viljelyksen riittävä tuuletus on vähentänyt ulkopuolelta tulevan siitepölyn osuutta. Tämän havainnon rohkaisemana käynnistettiin neljä vuot-

ta sitten projekti, jossa siemenviljelyksen omaa sisäistä pölytystä yritettiin edistää lisäämällä tuuletusta vartteiden kukkivissa latvuksissa traktorikäyttöisillä puhaltimilla. Tuuletuskokeet tehtiin Ruotsissa, mutta selvitystyöhön osallistui myös Metla.

Koe toteutettiin vuosina 1999-2000 Värmlannissa (Askerud) männynsiemenviljelyksellä, joka jaettiin koetta varten neljään lohkoon. Kahdessa lohossa puhallettiin puiden latvusten välissä ilmaa traktorikäyttöisellä puhaltimella ja kahdella muulla koealalla ilmaa ei sekoitettu. Kerran päivässä tapahtunut tuuletus tehtiin viiden emikukintapäivän aikana kuivalla ja heikkotuulisella säällä kunakin neljänä koevuonna.

Siitepölymittausten mukaan puhaltimella saatiin ilmaan sekoittumaan enemmän siitepölyä kuin kontrollialoilla, joilla ei käsittelyä tehty. Päivittäin tehtyjen mittausten mukaan keinotekoisella tuuletuksella ilman siitepölypitoisuus kuitenkin nousi vain lyhyeksi ajaksi ollen ennen ja jälkeen tuuletuksen samalla tasolla kuin kontrollialoilla.

Käsittelyllä ei voitu lisätä vartteiden tuottamien käpyjen eikä siementen määrää. Tuuletuilla aloilla oli siementen paino jopa alhaisempi kuin kontrollialoilla, mutta tämä johtui todennäköisemmin kasvualustan ravinne-eroista eikä puhalluskäsittelystä.

Ulkopuolisen siitepölyn määrä ehkä luultua suurempi

Tuuletuskokeen yhteydessä selvitetiin myös siemenviljelyksen pölytysuhteet, eli määritettiin, kuinka suuri osuus vartteiden emikukinoista oli pölyttynyt ulkopuolisella siitepölyllä. Selvityksen mukaan keskimäärin 64 % männynsiemenistä oli pölyttynyt muualta tulleella siitepölyllä. Puhaltimella tuuletuilla koealoilla ulkopuolisen siite-

pölyn osuus oli samaa luokkaa kuin kontrollialoilla, joten keinotekoisella lisätuuletuksella ei ollut toivottua vaikutusta.

Viljelyksen ulkopuolelta tulleen siitepölyn osuus, 64 %, oli tässä selvityksessä huomattavan korkea, koska aikaisemmin samalta viljelykseltä oli saatu vastaavaksi osuudeksi 34 %. Suuri ero kahden eri selvityksen välillä johtunee eri tutkimusmenetelmistä. Uusin arvio perustuu DNA-pohjaiseen menetelmään, jota pidetään aikaisemmin käytettyä isoentsyymianalyysia luotettavampana mittaustapana.

Lähde: Svårt påverka plantageskördens utbyte och inkorsningsnivå. Plantaktuellt 3/2005:3.

Marja Poteri

JULKINEN TORJUNTA-AINEREKISTERI KASVINTUOTANNON TARKASTUSKESKUKSEN (KTTK) KOTISIVUILLE

Jouni Rokkanen, KTTK, torjunta-aineyksikkö

Vuodesta 1998 lähtien on KTTK:n torjunta-aineyksiköllä ollut käytössään parempaa tiedonhallintaa varten atk-pohjainen rekisteri, jossa on pidetty yllä keskeisiä tietoja hyväksytyistä torjunta-ainevalmisteista. Tarpeiden kasvaessa ja tekniikan kehittyessä sinänsä hyvin toiminut rekisteri kaipasi kasvojen kohotusta, joka toteutettiin vuosien 2004-2005 aikana niin, että uusi rekisteri julkistettiin syksyllä 2005.

Torjunta-ainerekisteristä monipuolista tietoa

Torjunta-ainerekisterin uudistuksen yhteydessä toteutettiin myös julkinen KTTK:n nettisivuilta löytyvä torjunta-ainerekisteri osoitteessa www.kttk.fi. Julkisesta rekisteristä löytyvät kaikki Suomessa hyväksytyt torjunta-ainekäyttöön tarkoitetut valmisteet ja keskeiset tiedot kustakin valmisteesta. Rekisteristä löytyy myös valmisteiden tuoreimmat hyväksytyt etikettitekstit. Rekisteriin on sisällytetty myös joukko haku-

ominaisuuksia, joiden avulla kävijä voi etsiä haluamiaan tietoja häntä kiinnostavista torjunta-ainevalmisteista. Julkinen rekisteri päivitetään automaattisesti aina viikonloppuisin sisältäen näin jatkuvasti lähes viimeisimmän tiedon valmisteiden rekisteröintitilanteesta.

Torjunta-ainerekisteriä koskevia parannusehdotuksia ja kysymyksiä voi lähettää sähköpostitse osoitteeseen: torjunta-aineet@kttk.fi

Istutuskauden pidentäminen kuusen paakkutaimilla: kuivuus-kasvuvaihdedynaamiikkaan ja käsittelymenetelmiin liittyvät riskit

Helenius, Pekka. 2005. Extension of the planting period of Norway spruce container seedlings: risks related to the drought – growth stage dynamics and handling practices. *Dissertationes Forestales* 3. 46 s. + liitteet. Väitöskirja.

Suurin osa Suomessa taimitarhoilta vuosittain metsänviljelyyn toimitettavista kuusen taimista (noin 90 miljoonaa kpl) istutetaan touko-kesäkuun aikana. Tämän lisäksi samana aikana istutetaan myös yli 10 miljoonaa Ruotsista tuotua kuusen tainta. Aikaista ja lyhyttä istutuskautta on perusteltu sillä, että taimet hyötyvät maassa olevasta kevätkosteudesta.

Kevätkosteus onkin ollut tärkeä metsänuudistamisen onnistumiseen vaikuttava tekijä 1970-luvulla ja 1980-luvun alkupuolella, jolloin valtaosa metsänviljelyyn toimitetuista taimista oli kuivuudelle herkkiä paljasjuuritaimia. Kuivumiselta paremmin suojassa olevien paakkutaimien yleistyminen metsänviljelyssä 1980-luvun puolivälin jälkeen ei ole aiheuttanut muutoksia istutusajankohtasuosituksiin.

Tällä hetkellä paakkutaimien osuus kaikista metsänviljelyyn toimitettavista kuusen taimista on jo lähes 95 %. Aikaisin keväällä maa on usein kuitenkin liian kylmää taimien juurtumista ja juurten vedenottoa ajatellen. Lyhyt istutuskausi aiheuttaa myös ruuhkia sekä taimitarhoilla että istutustyöstä vastaavissa organisaatioissa.

Väitöskirjatyössä tutkittiin, onko kuusen paakkutaimien istutuskautta

mahdollista pidentää touko-kesäkuulta heinäkuulle ilman merkittävää, kuivuudesta johtuvaa kuolleisuuden lisääntymistä. Samalla tutkittiin taimitarhalla jäädytetyssä pakkasvarastossa talven yli varastoitujen taimien sulatukseen ja istutukseen liittyviä riskejä ja niiden vaikutusta taimien elossa oloon ja kasvuun, kun istutuskautta pidennetään kevästä kesään.

Taimien kuivatusta, sulatusta ja välivarastointia

Väitöskirjatyön aineisto kerättiin vuosina 1999-2003 Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusaseman kasvihuoneeseen, taimitarhapellolle ja läheiselle avohakkuualalle perustetuista kokeista. Kokeissa matkittiin mm. taimien kuivumista kuljetuksen ja välivarastoinnin aikana, sekä altistettiin eriaikaisesti kuivatettuja taimia eripituisille kuivusjaksoille (1-6 viikkoa) istutuksen jälkeen kesä-heinäkuun vaihteessa. Osa taimista oli istutettaessa aktiivisessa kasvussa, osa vielä lepotilassa. Taimien lepotilaa jatkettiin pitämällä niitä pakkasvarastossa, jossa ne olivat olleet talven yli normaalia pitempään. Samalla selvitettiin myös pidennetyin pakkasvarastoinnin vaikutus taimien hiilihydraattivarastoihin. Kuivuuksikokeita toistettiin pienin muutoksin kolmena, sääoloiltaan erilaisena kasvukautena (1999, 2000 ja 2002). Pakkasvarastoituja taimia sulatettiin ja välivarastointiin eripituisia aikoja erilaisissa lämpötiloissa ennen istutusta vuosina 2001 ja 2002.

Kriittinen poutajakso kesäistutuksessa ja sen todennäköisyys

Istutusta seuranneet kuivusjaksot hidastivat kesä-heinäkuun vaihteessa kasvavina istutettujen taimien pituuskasvua ja juurtumista. Kuivusjaksojen lisäksi istutusta edeltävä

paakkujen ja etenkin taimien kuivuminen, joka alkoi paakun vesipitoisuuden laskiessa alle 20 % (tilavuus-%), hidasti taimien pituuskasvua ja juurtumista sekä lisäsi kuolleisuutta istutuksen jälkeen. Sääolojen vuotuisesta vaihtelusta johtuva maan kuivuuden ja haihdunnan voimakkuuden vaihtelu, ja siten myös taimien elossa olon ja kasvun vaihtelu kuivusjaksojen aikana oli suurta. Vuodesta riippumatta kuitenkin vasta yli kahden viikon pituinen kuivusjakso kesä-heinäkuussa lisäsi merkittävästi hyvin kasteltujen, kasvavina istutettujen taimien kuolleisuutta (kuva 1). Suonenjoen tutkimusasemalla vuosina 1975-2003 kerätyn säähavaintoaineiston mukaan yli kahden viikon pituisia potentiaalisia kuivusjaksoja (päivittäinen sademäärä alle 1 mm) esiintyy keskimäärin noin kerran kymmenessä vuodessa (kuva 2).

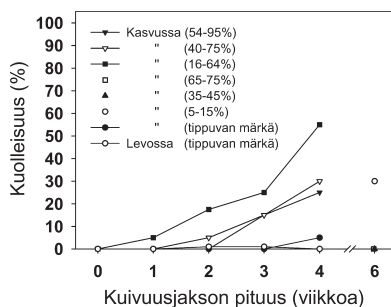
Lepotilainen taimi kestää kuivuutta, mutta juurtuu hitaasti

Pakkasvarastoinnin pidentäminen kesäkuun lopulle, jolloin varastoinnin pituudeksi tuli 34 viikkoa, ei vähentänyt havaittavasti taimien neulasten hiilihydraattipitoisuutta eikä heikentänyt taimien maastomenestymistä. Poiketen saman taimierän kasvavina istutetuista taimista, jotka oli otettu pakkasvarastosta jo 30 viikon jälkeen, kuivusjaksoilla ei ollut vaikutusta kesäkuun lopussa lepotilaisina istutettujen taimien juurtumiseen ja klorofyllin fluoresenssiin, joka kertoo epäsuorasti neulasten yhteyttämistehokkuudesta. Kuivusjaksoilla oli myös vähäisempi vaikutus lepotilaisina istutettujen taimien vesipotentiaaliin, joka puolestaan kertoo taimen kuivuuksikokeen voimakkuudesta. Kasvavina istutetut taimet kuitenkin juurtuivat lepotilaisina istutettuja taimia paremmin lukuun ottamatta pisimpiä (≥ 3 viikkoa) kuivusjak-

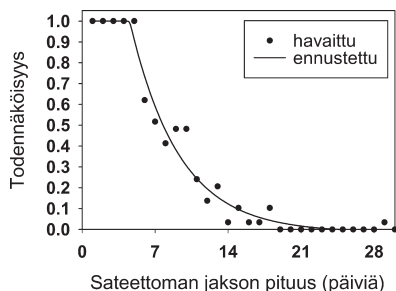
soja. Toisin sanoen, lepotilaisina istutettujen taimien parempi kuivuudenkestävyys tuli esille taimien kasvussa vasta Suomen oloissa poikkeuksellisen pitkien kuivusjaksojen aikana.

Pakkasvarastoitujen taimien istuttaminen sulattamatta voi haitata taimien kasvua ja lisätä kuolleisuutta maan lämpötilasta riippumatta, etenkin jos maa kuivaa istutettaessa. Paakkujen sulamisen ja taimien maasto-menestymisen kannalta turvalliset sulatusajat ja -lämpötilat olivat 4–8 vrk ja 9–12 °C.

Väitöskirjatyön tulokset viittaavat siihen, että kasvussa olevia, hyvin kasteltuja kuusen paakkutaimia voidaan turvallisesti istuttaa myös heinäkuussa, mikäli istutusmaa ei ole poikkeuksellisen kuivaa.



Kuva 1. Taimien istutusta edeltävän kuivatuksen (paakkujen istutuskosteudet merkitty sulkuihin), istutuksen jälkeisen kuivusjakson ja taimien kasvuvaiheen (kasvussa/levossa) vaikutus kuolleisuuteen.



Kuva 2. Havaittu ja ennustettu todennäköisyys eripituisille sateettomille jaksoille (1–30 vrk) kesäkuun alun ja elokuun lopun välisenä aikana vuosina 1975–2003 Suomenjoella. Sateettomalla jaksolla tarkoitetaan peräkkäisiä päiviä, joiden vuorokautinen sademäärä on alle 1 mm.

Pekka Helenius

Suojuspuiden poisto lisää tukkimiehentäituhoja

Wallertz, K., Örlander, G. & Luoranen, J. 2005. Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. Scandinavian Journal of Forest Research 20: 412–420.

Suojuspuustoa käytetään Ruotsissa vähentämään pintakasvillisuutta, hallavaurioita ja tukkimiehentäin tuhoja uudistusaloilla. Tarkkaa syytä, miksi suojuspuusto suojaa taimia tukkimiehentäin syönniltä ei tunneta, mutta yhdeksi syyksi on arveltu, että se tarjoaisi vaihtoehtoista ravintoa tukkimiehentäille. Suojuspuusto on kuitenkin poistettava jossain vaiheessa uudistusosalta, jolloin vastakaadettujen suojuspuiden kannot houkuttelevat alalle tukkimiehentäitä. Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka merkittäviä tuhoja suojuspuiden poiston jälkeen tukkimiehentäit aiheuttavat, sekä sitä, kuinka suojuspuuston tiheys, puulaji, taimien koko ja pintakasvillisuus vaikuttavat tuhoalttiuteen.

Suojuspuuston poiston vaikutuksia selvitettiin kuudessa Etelä- ja Keski-Ruotsissa sijaitsevassa kohteessa. Viidessä kohteessa suojuspuusto muodostui männystä ja yhdessä kuusista. Kohteet oli uudistettu joko luontaisesti tai istuttamalla, mutta uudistamistapaa ei huomioitu vaikutuksia selvittäessä.

Jokaiselta uudistusosalta mitattiin 10 ympyräkoelalalta suojuspuiden läpimitta, pituus ja etäisyys ympyrän (17,8 m) keskipisteeseen. Jokaiselta koelalalta, mutta pienempi säteeltä (3,99 m) alalta, merkittiin 20 kookkainta ensisijassa kuusen ja männyn, tai niiden puuttuessa lehtipuun tainta (merkittyjen taimien etäisyys toisiinsa vähintään 0,5 m). Merkittyjen taimien kokonaispituus, viimeisen vuosikasvaimen pituus ja tyviläpimitta mitattiin kahden vuoden ajan syksyisin. Taimien tukki-

miehentäin syöntiä seurattiin arvioimalla syöntipinta-ala ja taimen vaurioaste. Lisäksi määritettiin pintakasvillisuuden peittävyys ja valtalaji 20 cm säteeltä jokaisesta taimesta.

Laskentaa varten taimiaineisto jaettiin elinvoimaisuusluokkiin käyttäen hyväksi seurantataimen uusimman vuosikasvaimen pituutta ennen suojuspuiden poistoa. Kuusella vuosikasvaimen pituusluokat olivat 1–10 cm, 11–20 cm ja ≥ 20 cm ja männynllä 1–10 cm ja > 10 cm.

Päätulokset

- Suojuspuiden poisto lisää tukkimiehentäin tuhojen riskiä uudistus- alalla.
- Parhaiten tukkimiehentäin tuhoriskiä selitti taimien tyviläpimitta ennen suojuspuiden poistoa. Mitä ohuempia taimet olivat, sitä alttiimpia taimet olivat tukkimiehentäin syönnille. Männyn taimista, joiden läpimitta ennen hakkuuta oli 2 mm, tukkimiehentäit tappoivat 63 % ja kuusen taimista 56 %.
- Taimien elinvoimaisuus vaikuttaa myös tuhoalttiuteen. Kun elinvoimaisuus on heikko (vuosikasvu suojuspuiden poistovaiheessa lyhyt), tukkimiehentäit vaurioittavat taimia todennäköisemmin kuin jos taimet olisivat elinvoimaisempia. Kun elinvoimaisuus oli alhainen, taimien läpimitan oli oltava 12 mm männynllä ja 9 mm kuusella, jotta ne olivat turvassa tukkimiehentäin syönniltä. Elinvoimaisilla taimilla vastaavat luvut ovat 8 mm ja 7 mm.
- Tukkimiehentäit syö enemmän männyn kuin kuusen taimien kuorta ja samassa metsikössä männyn taimia syödään todennäköisemmin kuin kuusen taimia. Suojuspuuston tiheys vaikuttaa männyn taimien alttiuteen joutua tukkimiehentäin syömäksi. Kuusella puuston tiheydellä ei ollut vaikutusta.

Jaana Luoranen

Maatyyppi ja topografia vaikuttavat tukkimiehentäin taimien syöntiin

Nordlander, G., Bylund, H. & Björklund, N. 2005. Soil type and microtopography influencing feeding above and below ground by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 7: 107–113.

Perinteisesti tiedetään, että taimet kärsivät huomattavasti vähemmän tukkimiehentäituhuosta, jos taimet on istutettu puhtaalle kivennäismaalle verrattuna siihen, että jos ne on istutettu humuspitoiseen maahan. Tuhoja on myös vähemmän mättäissä, jotka sijaitsevat muuta maanpinnan tasoa korkeammalla. Tarkkaan ei tiedetä, mitkä tekijät kivennäismaassa suojaavat taimea. Oletetaan, että humuspitoisessa maassa on tukkimiehentäille sopivia piilopaikkoja ja että kivennäismaassa ei olisi vastaavasti piilopaikkoja.

Uppsalan lähellä sijainneessa kenttäkokeessa tutkittiin tukkimiehentäin syöntiä eri maastokohteisiin sijoitetuilla taimilla. Koealueella oli 10-vuotias männyn taimikko karulla kankaalla. Koe paikalla oletettiin olevan luontaisesti hyvin vähän tukkimiehentäitä. Maastoon sijoitettiin viisi ympyränmuotoista aitausta, joista jokainen oli 2 metriä halkaisijaltaan. Ympyrät rajattiin maastoon 45 cm korkeilla pvc-muovisuikaleilla, jotka haudattiin maahan 15 cm syvyyteen. Maanpinnan yläpuolelle jäänyt muoviosa käsiteltiin Fluonilla, joka tekee pinnat niin liukkaiksi, etteivät tukkimiehentäit voi kiivetä niitä pitkin. Jokaisen aitauksen sisälle merkattiin 4 aluetta, jotka olivat 40 cm halkaisijaltaan. Alueilta poistettiin humus ja pinta-maa korvattiin tarvittaessa hiekalla, joka otettiin aitausten ulkopuolelta. Aitauksen sisään tehtiin maanpinnan käsittelyinä 1) tasainen humus, 2) tasainen hiekka, 3) 10 cm korkea kartiomainen hiekkamätäs, jonka reunojen kaltevuus oli 27° ja 4) 10

cm syvä kartiomainen hiekkakuoppa.

Näiden eri alustojen keskelle upotettiin osittain maan sisään viiden sentin syvyyteen 10 cm:n pituinen männyn taimen pätkä. Jokaiseen aitaukseen päästettiin syömään 40 tukkimiehentäitä, joista puolet oli naaraita ja puolet koiraita. Tukkimiehentäiden annettiin ruokailla taimilla 23 päivää. Taimikapulat vaihdettiin kokeen aikana neljä kertaa. Syöntilakkujen määrät taimikapuloista jäljennettiin läpinäkyvälle kalvolle.

Päätulokset

- Topografia vaikutti taimien alttiuteen tulla syödyksi.
- Eniten tukkimiehentäit söivät taimia tasaisella humuksella (69% taimien kokonaissyöntipinta-alasta), seuraavaksi hiekkakuopassa (24% syönnistä).
- Syöntivioituksia oli vähemmän hiekkamättäillä (0,7% kokonaissyönnistä) kuin tasaisella hiekkapinnalla (7%).
- Koehyönteisiä havainnoitaessa todettiin, että tukkimiehentäillä oli vaikeuksia kävellä 27° kaltevuudella hiekkarinteillä. Hyönteiset kierivät alas "rinnettä", kun hiekanjyvät lipesivät niiden jalkojen alta.
- Suurin osa syöntivioituksista oli maanpinnan yläpuolella ja vain 2,7% kaikista syöntijäljistä sijaitsi maanpinnan alapuolella, mutta vaihtelu oli erittäin suurta eri käsittelyjen välillä. Humuksella 99% syöntivioituksista oli maanpinnan alapuolella. Hiekkamättäissä 39% syöntivioituksista oli maanpinnan yläpuolella, kun taas hiekkakuopassa vain 6,3% syöntivioituksista oli maanpinnan yläpuolella.
- Taimien istuttaminen syvään lisää niiden riskiä tulla syödyksi.
- Kokeessa saatiin suuremmat erot syöntimäärissä humuksella ja kivennäismaalla kuin aiemmissa tutkimuksissa. Tukkimiehentäillä oli lähes rajattomat ravinnonkäyttömahdollisuudet kokeessa, kun kapulat

vaihdettiin säännöllisesti tuoreisiin ja taimien puolustusmekanismit eivät rajoittaneet syöntikäyttäytymistä. On todennäköistä, että tukkimiehentäin on sopeutunut etsimään suojaavaa kaivautumalla humuksen sekaan eikä niinkään hiekkään.

- Koe selittää osaltaan vaihtelevia tuloksia taimien vioittumisesta mätästyskokeissa. Tässä kokeessa tukkimiehentäit eivät käytännössä päässeet kiipeämään puhtaille hiekkamättäille. Maanpinnan raekoko, humuspitoisuus ja kosteus vaikuttavat kaltevuuden lisäksi siihen, miten hyvin tukkimiehentäit pääsevät kävelemään taimelle.

Heli Viiri

Säästöpuiden, kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus männyn taimien tukkimiehentäituhoihin

Pitkänen, A., Törmänen, K., Kouki, J., Järvinen, E. & Viiri, H. 2005. Effects of green tree retention, prescribed burning and soil treatment on pine weevil (*Hylobius abietis* and *Hylobius pinastri*) damage to planted Scots pine seedlings. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 319–331.

Metsälajiston monipuolisuuden ylläpitämiseksi kulotusta suositellaan lisättäväksi. Toisaalta metsäpalojen ja kulotuksen tiedetään houkuttelevan uudistusalueelle runsaasti tukkimiehentäitä. Tässä kokeessa tutkittiin tukkimiehentäituhojen yleisyyttä kulotetuilla kohteilla, jossa männyn taimia suojattiin erilaisin metsänhoidollisin toimenpitein mm. säästöpuiden, maanmuokkauksen ja torjunta-ainekäsittelyn avulla. Koealue koostui 18 mäntyvaltaisesta uudistusalueesta (2,5–4,7 ha) Metsähallituksen mailla Lieksassa. Koealueet hakattiin talvella 2000–2001. Kuusi koealuetta avohakattiin, kuudella alalla jätettiin säästöpuita 10 m³/ha ryhmiin ja kuudelle alalle jätettiin säästöpuita 50 m³/ha ryhmiin.

(Nykyisin suositellaan jätettäväksi uudistusosalalle 5–10 m³/ha jättöpuita.) Kesäkuussa 2001 puolet kunkin hakkuukäsittelyn saaneista koealustoista kulotettiin. Joka koealalle tehtiin kuusi koeruutua, joihin tehtiin jokaiseen neljä (60 × 60 cm) viljelyruutua. Puolet viljelyruuduista muokattiin lapiolla poistamalla humuskerros. Kuhunkin viljelyruutuun istutettiin 8 taimea, joista 4 istutettiin ruudun kulmiin ja 4 keskelle ruutua. Kuhunkin koeruutuun istutettiin siis 32 taimea, kullekin koealalla 192 taimea, eli yhteensä 3456 taimea. Istutuskoe tehtiin ensimmäisen kerran vuonna 2002 ja toistettiin kesällä 2003. Tutkimus on osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta, jossa tutkitaan kulotuksen ja metsänkäsittelymenetelmien vaikutusta metsien monimuotoisuuteen.

Molempina vuosina käytettiin samaa alkuperää olevia 1-vuotiaita männyn paakkutaimia, joista puolet oli torjunta-ainekäsittely ruiskuttamalla 2% deltametriinillä. Puolet koetaimista jätettiin käsittelemättä torjunta-aineella. Edelleen näistä taimista puolet istutettiin muokattuun maahan ja loput muokkaamattomaan maahan. Taimien kunto ja tukkimiehentäituhot inventoitiin neljä kertaa: heinäkuussa 2002, syyskuussa 2002, elo-syyskuussa 2003 ja kesä-heinäkuussa 2004. Tukkimiehentäituhot luokiteltiin

seuraavasti: 0 = ei tuhoja, 1 = < 25% ympäryksestä syöty, 2 = 25–50% ympäryksestä syöty, 3 = > 50% ympäryksestä syöty ja 4 = taimi syöty kokonaan ympäri.

Päätulokset

• Vakavia tukkimiehentäituhuja (tuholuokat 3 ja 4) oli kesällä 2002 enemmän kulotetuilla kohteilla kuin kulottamattomilla kohteilla. Suurimmat erot olivat kulotettujen ja kulottamattomien avoalojen välillä, säästöpuukohteet eivät eronneet merkittävästi toisistaan.

• Maanmuokkauslaikkujen keskelle istutetut taimet kärsivät vähemmän syöntivioituksista kuin muokkaamattomaan maahan istutetut taimet sekä kulotetuilla että kulottamattomilla kohteilla.

• Maanmuokkaus antoi parhaimman suojan taimille syöntivioituksia vastaan niillä aloilla, joille oli jätetty puita 50 m³/ha.

• Torjunta-ainekäsittely vähensi kesällä 2002 merkittävästi vakavien tuhojen määrää ja taimien kuolleisuutta.

• Taimikuolleisuuden kesällä 2002 vaikuttivat sekä jättöpuut että kulottaminen. Taimien kuolleisuus oli alhaisempi kulottamattomilla aloilla ja niillä alueilla, mihin oli jätetty jättöpuita 50 m³/ha. Kuolleisuus oli myös alhaisempi taimilla, jotka oli istutettu laikkujen keskelle kuin niil-

lä taimilla, jotka oli istutettu muokattujen laikkujen reunaan.

• Mitä vakavammin taimia olivat tukkimiehentäit vioittaneet, sitä todennäköisemmin taimet kuolivat.

• Tulosten mukaan taimen istuttaminen keskelle kivennäismaalaikkua vähensi vakavia syöntituhuja merkittävämmän kuin torjunta-ainekäsittely.

• Kulottamisella oli pienempi vaikutus vakavien tuhojen syntyyn kuin jättöpuilla.

• Taimien kuolleisuus ja syöntivioitukset olivat vähäisempiä kaksi vuotta polttojen jälkeen kesällä 2003 kuin ensimmäisenä kesänä 2002. Toisena kesänä vakavia syöntivioituksia oli merkittävästi enemmän avohakatuilla kulotetuilla alueilla kuin muilla alueilla.

• Tukkimiehentäituhot ja taimien kuolleisuus lisääntyivät uudestaan kesällä 2004, mikä johtui todennäköisesti uuden tukkimiehentäisukupolven kuoriutumuksesta alueella.

• Yhteenvetona voidaan sanoa, että kulotus selvästi lisäsi vakavien tukkimiehentäituhojen määrää avohakatuilla alueilla, mutta niillä alueilla, missä oli jätetty jättöpuita, kulotuksella ei ollut vaikutusta tuhojen yleisyyteen. Erityisesti 50 m³/ha jättöpuumäärällä oli selvästi taimia tuhoilta suojaava vaikutus.

Heli Viiri

Taimiuutiset-lehti vuonna 2006

ilmestyy	aineisto lehteen
maaliskuu vk 20.03.	24.02.
toukokuu vk 22.05.	21.04.
syyskuu vk 25.09.	01.09.
joulukuu vk 27.12.	01.12.

Metsätaimitarhapäivät

Ajankohta: 7.-8.2.2006, paikka: Jyväskylä hotelli Priimus

Alustavassa ohjelmassa mm.

-taimitarhojen rikat ja niiden torjunta

-metsätaimitarhat ja yritystoimintakenttä

-katsaus turvevaroihin

-taimien ravinnetankkaus

-koneistus ja siihen soveltuvat paakkutaimet

-harmaahome pakkasvarastoiduilla taimilla

-kasvinsuojelun ajankohtaiskatsaus

Tiedustelut:

Teuvo Mäkitalo, Kekkila Oyj, 0400 595 164, teuvo.makitalo@kekki.fi
Marja Poteri, METLA, p. 010 211 4853, Marja.Poteri@metla.fi

PUUPPELLO - KUUPELLO - KUUPELLO

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

