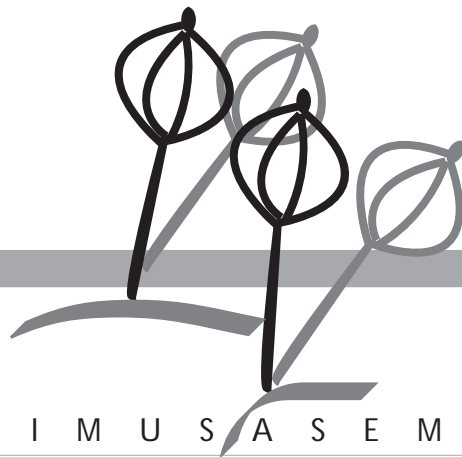


t a i m i

uutiset 1/98



METLA

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

TÄSSÄ NUMEROSSA:

- Ravinnetankausta ja hidasliukoisia lannoitteita
- Havupuiden juurilahotauti metsäpuiden taimitarhoilla ja lahojuuristen taimien istutuskelpoisuus
- Mykorrhitsasienet juurilahotaudin torjunnassa
- Mykorrhitsasienet parantavat pohjoissuomalaisten mäntypistokkaiden juurtumista
- Tukkimiehentäin torjuntakeinoja etsitään
- Paakutaimien talvivarastointi æ karaisua ja suojaamista
- Joroisten tykkilumikokeilun tulokset
- Hybridihaapa – uusi metsän jalopuu
- Väitöskirjojen yhteenvedot



**TAIMITARHAHANKETTA
TUTKIMUSTIEDON SIIRTO
TAIMITARHOJEN KÄYTTÖÖN
RAHOITAVAT SEURAAVAT
TAIMIYHTIÖT:**

● *Itä-Suomen Taimi Oy*
Püspankatu 12
70100 Kuopio
Ab Mellanå Plant Oy
Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

● *Metsähallitus*
Siemen- ja taimituotanto
PL 36
40101 Jyväskylä

● *Metsätyöllä Oy*
Karhulantie
52700 Mäntyharju

● *Pohjan Taimi Oy*
Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

● *Ab Sydplant Oy*
Leksvall
10600 Ekenäs

● *Taimikolmio Oy*
Röykän taimitarha
Kiljavalantie 664
05100 Röykkä

● *Taimi-Tapio Oy*
Maistraatinportti 4 A
00240 Helsinki
UPM-Kymmene Metsä
PL 5
79601 Joroinen
sekä

● *Euroopan Sosiaalirahasto (ESR)*
ja *Metsäntutkimuslaitos.*



HANKE TOIMITTAA TAIMIUUTISET-
LEHTEÄ, JÄRJESTÄÄ ALAN KURSSEJA
SEKÄ TUOTTAÄ TAIMIOPPAITA.

SISÄLLYS

TAIMIEN KÄYTTÖ METSÄNVILJELYSSÄ _____	3
TAIMITARHAHANKKEEN JÄRJESTÄMÄT KURSSIT	
SYKSYLLÄ 1998 _____	4
VUODEN 1998 LOPUSSA POISTUVIA TORJUNTA-AINEITA _	5
RAVINNETANKKAUSTA JA HIDASLIUKOISIA LANNOITTEITA	6
HAVUPUIDEN JUURILAHOTAUTI METSÄPUIDEN TAIMI- TARHOILLA JA LAHOJUURISTEN TAIMIEN	
ISTUTUSKELPOISUUS _____	8
MYKKORITSASIENET JUURILAHOTAUDIN TORJUNNASSA _	9
MYKKORITSASIENET PARANTAVAT POHJOIS- SUOMALAISTEN MÄNTYPISTOKKAIDEN JUURTUMISTA ____	11
TUKKIMIEHENTÄIN TORJUNTAKEINOJA ETSITÄÄN _____	13
TUKKIMIEHENTÄIKOKOUS RUOTSISSA _____	15
PAAKKUTAIMIEN TALVIVARASTOINTI – KARAISUA JA SUOJAAMISTA _____	16
JOROISTEN TYKKILUMIKOKEILUN TULOKSET _____	18
HYBRIDIHAAPA – UUSI METSÄN JALOPUU _____	19
VÄITÖSKIJOJEN LYHENNELMIÄ _____	20
TAIMITUOTANTOA POHJOIS-AMERIKAN LUOTEIS- RANNIKOLLA _____	25
PUUPELTO-CITY _____	28

TOIMITTAJA MARJA POTERI
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA
FAX: 017 531 068
MARJA.POTERI@METLA.FI

JULKAISUA:
METSÄNTUTKIMUSLAITOS
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

TILAUKSET
TILAUSHINTA VUODEKSI 1998 ON
200 MK. TAIMIUUTISET ILMESTYY
KOLME KERTAA VUODESSA. TILAUK-
SET TOIMITTAJALTA.

ISSN 1455-7738
TUMMAVUOREN KIRIAPAINO,
VANTAA 1998

TAIMIEN KÄYTTÖ METSÄNVILJELYSSÄ

Useimmissa tapauksissa suoritettu uudistamishakkuu johtaa taimien käyttöön, jotta uuden metsän kasvu saadaan ajallaan ja asiallisesti liikkeelle. Ennen hakkuun alkua on tiedettävä, miten uudistus suoritetaan, mitä taimia käytetään, mitkä toimenpiteet on tehtävä, ja missä järjestyksessä. Koivun ja männyn uudistusalat on raivattava ennen hakkuuta ja lehtipuiden kannot käsiteltävä vesottumisen ehkäisemiseksi. Varsinkin haapa levittää herkästi juurivesoja, jotka edistävät männyn versoruosteen leviämistä. Lisäksi haavat ja pihlajat houkuttelevat hirvet paikalle tekemään tuhojaan.

Kuusen taimikolle on puolestaan eduksi, jos kuusen uudistusalueella kasvaa lehtipuita. Puolivarjopuuna kuusi menestyy hyvin pienessä varjostuksessa, ja lisäksi lehtipuut haihduttavat paremmin vettä, joten maan vesitalous pysyy kunnossa. Verhopuusto estää myös taimikon liiallista heinettymistä, ja toimii tarvittaessa tehokkaana hallan suojana. Verhopuumenetelmä edellyttää aina myös korjuusuunnitelmaa; on tiedettävä, miten verhopuut poistetaan niin, ettei istutustaimikko kärsi tarpeettomia vahinkoja.

EI OLE TAIMIEN VIKA, JOS UUDISTAMINEN EPÄONNISTUU HUONON VALMISTELUN TAKIA

Uudistusalue muokataan tavallisesti. Mutta silloin kun käytetään verhopuita, on muokkauksen kanssa oltava varovainen, ettei verhopuita tarpeettomasti vahingoiteta. Muokkaamattomat alueet on käsiteltävä heinän torjunta-aineella. Selässä kannettavalla ruiskulla sen tekee tavattoman nopeasti. Torjunnan ei tarvitse olla totaalinen, riittää, kun vain istutettavien taimien kohta on vapautettu.

Kun valmistavat työt on tehty kunnolla, voidaan lähteä istuttamaan. Paakkutaimien käyttö on yleistynyt, ne sopivat varsin hyvin monille maalajeille. Silloin kun maaperä routii pahasti on syytä käyttää paljasjuurisia taimia. Silti istuttajan on aina etsittävä sellainen istutusalue, joka routii vähiten. Jos uudistusalueen ojitus ei ole kunnossa, uhkaa liika vetisyys ja jääpolte harventaa taimikkoa. Syysistutuksen käytöllä voi tasata työhuippuja, mutta se tulee kysymykseen vain täysin routimattomilla kuvioilla.

Liian suuret taimet tuottavat ongelmia. Pitkät koivut ovat kireässä paketissa jo kääntyneet luokille, istutettaessa ne jäävät helposti vinoon ja pahaluminen talvi aiheuttaa tai-

mien katkeamista. Taimien kuljetus on järjestettävä niin, että taimet tulevat suoraan taimitarhalla istutuskohteelle, missä pakkaukset avataan ja kastelu suoritetaan. Välivarastojen käyttö ja taimipakkausten moninkertainen siirto aiheuttaa tarpeettomia taimivahinkoja. Paakkutaimien kuljetuksessa laatikoiden käyttö on osoittautunut hyväksi.

Normaalisti osa istutetuista taimista tuhoutuu, ja joudutaan harkitsemaan kuvion täydentämistä. Luontaisesti syntyneen koivun käyttö täydennyspuuna on ammattimiesten hommaa. On osattava valita sellaiset koivut, jotka kehittyvät samaan tahtiin pääpuulajina olevan kuusen tai männyn kanssa. Vaarana on, että koivuista muodostuu kiuksallinen ylispuu, jota ei sitten ajoissa osata kaataa pois. Paras tapa on suorittaa täydennysistutus. Hyvillä maapohjilla se edellyttää aina heinän torjuntaa. Sen voi tehdä joko täydennysistutusta edeltävän vuoden elokuussa täsmäruiskutuksena, tai istutuksen jälkeen tainta suojaavaa muovisuppiloa hyväksi käyttäen.

Metsänviljely joko onnistuu, tai epäonnistuu. Mutta varmemmin se onnistuu, jos koko ketju, valmistavista töistä alkaen, suoritetaan huolella. Taimien käyttö metsänviljelyssä on sen verran kallista, että huolimattomuuteen ei luulisi olevan aihetta.

- Jouko Juurikkala
- Ylä-Morontie 221
- 19230 Onkiniemi

TAIMITARHAHANKKEEN JÄRJESTÄMÄT KURSSIT SYKSYLLÄ 1998

TUHOJEN TUNNISTUSPÄIVÄN ALUSTAVA OHJELMA

Aika: 15.9.1998 tiistaina

Paikka: Suonenjoen tutkimusasema

09:20–09:40	TULOKAHOVI
09:40–10:25	SIENITAUTIEN TUNNISTAMINEN
10:25–10:35	TAUKO
10:35–11:20	SIENITAUTIEN TUNNISTAMISHARJOITUKSET
11:20–11:30	TAUKO
11:30–11:45	JOHDATUS TAIMIEN LAATU -KURSSIN ASIASISÄLTÖÖN
11:45–12:30	LOUNAS
12:30–13:00	TAIMIEN LAATU -KURSSIA VALMISTELEVA RYHMÄTYÖ
13:00–13:30	RYHMÄTÖIDEN PURKU
13:30–13:40	TAUKO
13:40–14:25	HYÖNTEISTUHOJEN TUNNISTAMINEN
14:25–14:55	KAHVITAUKO
14:55–15:40	HYÖNTEISTUHOJEN TUNNISTAMISHARJOITUKSET
15:40–15:50	TAUKO
15:50–16:35	ABIOOTTISTEN SYIDEN JA SELKÄRANKAISTEN (MYYRIEN, LINTUJEN) AIHEUTTAMAT TUHOT
16:35–17:30	VAPAATA TUTUSTUMISTA TUHONÄYTTELYYN
17:30 =>	SAUNA JA ILTAPALA TUTKIMUSASEMAN VIERASMAJALLA

tai 17.9.1998 torstaina

Paikka: Suonenjoen tutkimusasema

08:15–09:00	SIENITAUTIEN TUNNISTAMINEN
09:00–09:10	TAUKO (KAHVI)
09:10–09:55	SIENITAUTIEN TUNNISTAMISHARJOITUKSET
09:55–10:05	TAUKO
10:05–10:20	JOHDATUS TAIMIEN LAATU -KURSSIN ASIASISÄLTÖÖN
10:20–10:50	TAIMIEN LAATU -KURSSIA VALMISTELEVA RYHMÄTYÖ
10:50–11:20	RYHMÄTÖIDEN PURKU
11:20–12:00	LOUNAS
12:00–12:45	HYÖNTEISTUHOJEN TUNNISTAMINEN
12:45–12:55	TAUKO
12:55–13:40	HYÖNTEISTUHOJEN TUNNISTAMISHARJOITUKSET
13:40–13:50	TAUKO

13:50–14:35	ABIOOTTISTEN SYIDEN JA SELKÄRANKAISTEN (MYYRIEN, LINTUJEN) AIHEUTTAMAT TUHOT
14:35–14:55	KAHVITAUKO
14:55–16:00	VAPAATA TUTUSTUMISTA TUHONÄYTTELYYN

LYHYTPÄIVÄKÄSITTELY- JA VARAS- TOINTIKURSSIN OHJELMA

Aika: 16.9.1998

Paikka: Suonenjoen tutkimusasema ja Suonenjoen kotitalousoppilaitoksen auditorio

SUONENJOEN KOTITALOUSOPPILAITOKSEN AUDITORIO
(JALKALANTIE 6)

08:30–09:00	TULOKAHOVI
09:00–09:30	LYHYTPÄIVÄKÄSITTELYN TEOREETTINEN TAUSTA (JAANA LUORANEN, METLA)
09:30–09:40	TAUKO
09:40–10:30	KOETULOKSIA KUUSEN JA LEHTIKUUSEN LP-KÄSITTELYISTÄ SEKÄ KATSAUS MÄNNYN JA ULKOLAISTEN HAVUPUIDEN LP-KÄSITTELYIHIN (KYÖSTI KONTTINEN, METLA)
10:30–10:40	TAUKO
10:40–10:55	KOETULOKSIA KOIVUN LP-KÄSITTELYISTÄ (JAANA LUORANEN)
10:55–11:10	SIIRTYMINEN OMILLA AUTOILLA KOTITALOUSOPPILAITOKSELTA SUONENJOEN TUTKIMUSASEMALLE

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

11:10–12:15	LP- KÄSITTELYKOKKEIDEN JA -JÄRJESTELMIEN ESITTELY SUONENJOEN TUTKIMUSTAIMI-TARHALLA
12:15–12:50	LOUNAS
12:50–13:00	SIIRTYMINEN OMILLA AUTOILLA KOTITALOUSOPPILAITOKSEN AUDITORIOON

SUONENJOEN KOTITALOUSOPPILAITOKSEN AUDITORIO
(JALKALANTIE 6)

13:00–13:45	TAIMIEN KARAISTUMINEN JA VARASTOINTIKELPOISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN TAIMISTA (ANDERS LINDSTRÖM, RUOTSI)
13:45–14:05	KESKUSTELUA JA TAUKO
14:05–14:50	ERI TALVIVARASTOINTIVAIHTOEHDOT JA VARASTOINNIN RISKIT; VARASTOITUIJEN PAAKKUTAIMIEN JUURISTOVAURIOT (ANDERS LINDSTRÖM)
14:50–15:10	KESKUSTELUA JA TAUKO
15:10–15:40	KAHVI

15:40–16:25	VARASTOINTIMENETELMÄN VALINTA SEKÄ TAIMIEN PAKKAUS JA KÄSITTELY VARASTOINTIA VARTEN (LARS-OVE SANDBERG, RUOTSI)
16:25–16:50	KESKUSTELUA JA TAUKO
16:50–17:35	VARASTON LÄMPÖ- JA KOSTEUSOLO; MENETELMÄT VARASTOINTIOLOSUhteiden KONTROLLOIMISEKSI; VARASTOINNIN KUSTANNUKSET TAIMITARHALLA (LARS-OVE SANDBERG)
17:35–18:15	LOPPUKESKUSTELU
18:30 =>	SAUNA JA ILTAPALA TUTKIMUSASEMAN VIERASMAJALLA

TAIMIEN LAATU -KURSSIN OHJELMA

Aika: 25.–26.11.1998

Paikka: Hyttiälän metsäasema, Korkeakoski

25.11.1998

09.30–09.40	KURSSIN AVAUS
09.40–10.40	MITÄ VIJELYTULOKSET KERTOVAT
10.40–11.40	MITEN TAIMIEN LAATU VAIKUTTAÄ METSÄ-MENESTYMISEEN PYYDETYT KOMMENTIT
11.40–12.00	RYHMÄJAKO JA TEHTÄVÄNANTO
12.00–12.30	LOUNAS
12.00–13.00	10 TAPAA TAPPAA TAIMI (RYHMÄT)
13.00–13.30	RYHMÄTYÖN PURKU
13.30–14.30	MIHIN TAIMIEN LAATUMITTAREITA TARVITAAN
14.30–15.00	KAHVI
15.00–17.00	ELINTOIMINNOT JA LAATUKÄSITE

26.11.1998

8.00–8.30	RAKENNE JA KEMIA; TEORIAÄ ESITTELYJEN POHJAKSI
8.30–8.45	KAHVI
8.45–9.15	FYSIOLOGIA JA SUORIUTUMINEN; TEORIAÄ ESITTELYJEN POHJAKSI
9.15–11.15	MITTAREIDEN ESITTELYKOhteET
11.15–12.00	TAVOITETAIMI JA YHDISTELMÄTUNNUKSET
12.00–13.30	LOUNAS
13.30–15.00	LAATU TARHALTA KUOPPAAN VALMISTELTU TAIMITARHAN PUHEENVUORO TUTKIJAKOMMENTIT

- Kursseja koskevat tiedustelut: Marja Poteri, Suomenjoen tutkimusasema
- puh. 017-513 811, fax: 017-513 068, Email: marja.poteri@metla.fi

SAKARI LILJA
METLA,
VANTAAN TUTKIMUSKESKUS

VUODEN 1998 LOPUSSA POISTUVIA TORJUNTA-AINEITA

Jo aiemmin tehdyillä päätöksillä poistetaan tämän vuoden lopussa torjunta-ainerekisteristä mm. seuraavia vanhoja aineita.

POISTUVA VALMISTE	TEHOAINE	REKISTERÖINNIN HALTIJA
GARDOPRIM-NESTE	TERBUTYLATSIIINI	NOVARTIS FINLAND OY
RIPCORD	SYPERMETRIINI	KEMIRA AGRO OY
AMBUSH	PERMETRIINI	BERNER OY
OB 21	KUPARIOKSIKLORIDI	BERNER OY
RODEO	GLYFOSAATTI	MONSANTO OY
VENZAR	LENASIILI	DU PONT JET OY

KORVAAVIA AINEITA POISTUVIEN

TILALLE

Gardoprimin tilalle on kokeiltu eräitä käyttötavaltaan samankaltaisia herbisidejä ja päätöksiä niiden rekisteröinnistä tehdään mahdollisesti ennen tulevaa kevättä.

Ripcordia vastaava tuote Fastac, tehoaineena alfa-sypermetriini, on ollut markkinoilla jo muutaman vuoden – myös metsätalouden käyttökohteisiin (kuorellinen puutavara ja havupuiden taimet) hyväksyttynä. Taimien suojaamisessa tukkimiehentäiltä sen käyttöväkevyys on 1,25 %, mutta kasvukauden aikaisissa käsittelyissä muita hyönteisiä (kirvat, luteet) vastaan laimennos on 0,05 %, ts. huomattavasti laimeampi kuin tukkimiehentäille. Ambush permetriinin korvaajana samalta markkinoijalta on Karate, tehoaineena lambda-syhalotriini, mutta toistaiseksi sitä ei ole hyväksytty tukkimiehentäin torjuntaan, koska tehon tasaisuus ei ole ollut yhtä hyvä kuin permetriinillä.

- Sakari Lilja
- Metsäntutkimuslaitos
- Vantaan tutkimuskeskus
- PL 18
- 01301 Vantaa
- Sakari.Lilja@metla.fi

RAVINNETANKKAUSTA JA HIDASLIUKOISIA LANNOITTEITA

USAssa ja Kanadassa järjestetään vuosittain pari kolme ”taimitarhapäivää”, jotka tavallisesti ovat taimiyhtiöiden ja tutkimuksen yhteisliittymien, ”cooperationien”, järjestämiä. Näiden päivien esitelmät julkaistaan monistetasuisina kirjoina. Viime syksynä (28.–19.10. 1997) Oregonissa Corvallioksen yliopistossa pidettiin hieman normaalista poikkeava, yhteen teemaan keskittynyt symposio. Teemana oli metsäpuiden ravinnetalous taimitarhalta metsään. Luennoitsijoina oli alan asiantuntijoita USAssa ja Kanadasta. Tilaisuuden esityksistä oli etukäteen laadittu julkaisu, joka sisältää 19 artikkelia alan uusimmista tutkimuksista ja taimituotannossa käytettävistä menetelmistä. Aiheina olivat mm. lannoituksen vaikutus taimien tautialttiuteen, ns. Ingestad-menetelmä ja ravinnetankkaus, hidasliukoiset lannoitteet tarhalla ja uudistusalalla, syyslannoitus, kasvualustan ja taimien ravinnetilanteen seuranta ja analyysitulokinta, lannoituskokeiden suunnittelu ja toteutus, istutuslannoitus ja joulupuiden lannoitus. Olen seuraavaan poiminut esillä olleita tutkimustuloksia ja huomioita käytännön taimituotannon uusista virtauksista.

TARVEHARKINTAA JA RAVINNETANKKAUSTA

Perinteisesti taimia lannoitetaan tassuuruisin annoksin ja lannoitusta vähennetään tai se lopetetaan silmun muodostuessa. Perinteinen menetelmä johtaa yleensä taimien ravinne-

pitoisuuden laskemiseen kiihkeämman kasvun aikana ja myös syksyllä juurten jatkaessa kasvuaan; tapahtuu ns. laimentumisilmiö. Viime vuosina Kanadassa on tutkittu ns. Ingestad-menetelmän (josta englannin kielessä käytetään nimitystä *steady-state nutrition* tai *exponential fertilization*) soveltamista käytännön taimikasvatukseen. Ajatuksena on lannoittaa taimia niiden kasvun mukaan antaen ravinteita niukasti alussa, kun taimet ovat pieniä ja tarve vähäistä ja lisätä lannoitusta kasvun kiihtyessä taimien painonlisäykseen suhteutettuna. Näin pyritään takaamaan taimien ravinnepitoisuuden pysyminen taseisena koko kasvatuksen ajan.

Ingestad-menetelmällä voidaan pyrkiä myös ns. ravinnetankkaukseen (engl. *nutrient loading*). Ravinnetankkauksen päämääränä taimeen pyritään saamaan ylimääräinen ravinnereservi, joka auttaisi taimea juurtumisvaiheessa, jolloin taimien ravinteiden otto on hidastunut tai peräti estynyt. Vanhastaan ravinnetankkausta on toteutettu syyslannoituksen avulla. Lannoittamalla loppukesällä ja syksyllä, silmunmuodostumisen jälkeen, taimien ravinnepitoisuutta on nostettu vaikuttamatta taimien ulkoisiin ominaisuuksiin. Syyslannoituksen onnistuminen kuitenkin edellyttää riittävää kasvualustan lämpötilaa lannoituksen aikana.

Kokeissa on todettu, että taimi kykenee istutuksen jälkeen hyödyntämään ylimääräisiä ravinnereser-

veitään siirtämällä ravinteita taimen sisällä sinne, missä niitä kulloinkin eniten tarvitaan. Myös ravinteiden otto metsämaasta käynnistyy nopeammin tankatuilla taimilla, minkä vuoksi ne ovat menestyneet perinteisesti lannoitettuja taimia paremmin myös pintakasvillisuuden ravinnepilpailussa.

HIDASLIUKOISET LANNOITTEET

Useassa esityksessä käsiteltiin hidasliukoisia lannoitteita, joiden käyttö on ilmeisesti yleistymässä. Paakkukoon kasvaminen ja uudet pienirakeisemmat lannoitteet mahdollistavat ravinteiden aiempaa taseisemmän jakautumisen yksittäisiin paakkuihin. Hitaasti liukenevia lannoitteita on erilaisia. On päällystettyjä ja päällystämättömiä ureayhdisteitä ja muita hitaastiliukenevia tyyppiyhdisteitä sekä ns. hallitusti liukenevia moniravinnelannoitteita (esim. Osmocote ja Nutricote). Viime mainitut, joista hidas ravinteiden vapautuminen perustuu polymeeritai hartsipäällysteeseen, ovat selvästi muita kalliimpia.

USAn etelävaltioissa hidasliukoisten käyttöä on tutkittu paljasjuuristen taimien kasvatuksessa. Suurimmaksi ongelmaksi on muodostunut epävarmuus typen vapautumisen ajoittumisesta. Korkea hinta ja epävarmuus siitä, voidaanko hidasliukoisten käytöllä vähentää ravinteiden huuhtoutumista, on vielä pitänyt näiden lannoitteiden käytön vähäisenä. Tutkimustoiminta on kuitenkin hyvin vilkasta.

PAAKKUKOKO KASVAA JA SAHAJAUHOA TURPEESEEN

Erilaiset styroksiset paakut, joko sisäpinnaltaan kuparimaalattuina tai ilman, ovat edelleen suosituimpia paakkuja. Pyrkimys on nykyistä isompiin taimiin, väljempään kas-

vatustiheyteen ja suurempaan juurten kasvutilaan. Aiemmat 60–90 ml:n paakkukoot ovat vaihtumassa 120–170 ml:n paakkuihin. Muutoksen etuna nähdään tasaisempi, tasapainoisempi, runsasokaisempi ja -silmuisempi sekä paremmin karaisuttava taimimateriaali.

Useimmat taimitarhat käyttävät vielä perliittiä tai vermikuliittia turpeen seosaineena, mutta sahajauho on yleistynyt voimakkaasti ja jotkut jopa uskovat sen käytön nousevan vakiomenetelmäksi 3–5 vuoden sisällä. Sahajauhoa lisätään turpeeseen suhteessa 30:70. Sahajauholisäys parantaa kasvualustan juoksevuutta taimiarkkeja täytettäessä ja lisää kasvualustan ilmavuutta ja vedenjohtavuutta sateisina jaksoina. Sen on myös huomattu vähentävän juuristotauteja. Sahajauhoa käytettäessä on typpilannoitusta jouduttu lisäämään sahajauhon korkean hiilityppi-suhteen vuoksi. Kanadassa on käytetty douglaskuusen sahajauhoa. Aiempien ruotsalaistutkimusten mukaan eri puulajien sahajauhoilla on eroja taimien kasvun kannalta. Koivun ja männyn sahajauho oli selvästi huonompaa kuin kuusen (Plantnytt 2/1996).

Mykorritsat olivat yllättävän vähän esillä esityksissä, mikä viitanee siihen, että niiden käyttö ei ole vielä yleistynyt ainakaan paakkutaimituotannossa. Paakkutaimien mykorritsamyypäys on kuitenkin käytännössä lisääntyneen mielenkiinnon kohteena. Mykorritsojen merkitys tunnetaan ja niiden oletetaan parantavan taimien eloonjäämistä erityisesti karuilla kasvupaikoilla. Taimitarhalla mykorritsojen käyttö edellyttää lannoituksen vähentämistä, minkä toisaalta on todettu hidastuttavan taimien kasvua, jolloin myös taimien tavoitpitäytymisen ja läpimitan saavuttaminen viivästyy.

KESÄISTUTUSTA JA TARKENNETTUA KASVUNOHJAUSTA

Kesäistutus on hyvien kokemusten myötä yleistymässä. Esimerkiksi Pelton taimiyhtiöllä Brittiläisessä Kolumbiassa on kesäistutukseen (15.6.–15.7.) menevien taimien määrä lisääntynyt kolmessa vuodessa 10 %:sta 40 %:een koko taimituotannon määrästä (55 milj tainta/vuosi). Perusteet ovat samat, jotka meillä ovat tulleet esille koivun kesäistutusta tutkittaessa: lämmin maa takaa taimen nopean juurtumisen sekä pituus- ja läpimitakehityksen ensimmäisinä vuosina. Kesäistutusta varten havupuun taimien kasvatusta aloitetaan talvella ja ne kasvatetaan 6–7 kuukaudessa.

Lyhyestä kasvatusajasta johtuen lannoitukseen joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota, jotta taimet ennättäisivät saavuttaa säädetyn koon ja riittävän stressinkeskeytyksen. Lannoituksessa ollaankin siirrytty käyttämään sovellettua Ingestad-menetelmää. Esim. Pelton käyttää kasvualustaan sekoitettavia hidasliukoisia lannoitteita pohjana (60–70 % koko ravinnemäärästä) ja täydentää lannoitusta tarvittaessa kastelulannoituksella. Näin myös pyritään varmentamaan sateisina kausina taimien ravinteiden saanti ja välttämään liikakastelua ja ravinteiden huuhtoutumista.

Lannoitus- ja kasteluohjelmat viiritetään puulajikohtaisiksi tai usein jopa puulajin sisällä ekotyypeittäin viljelykohteiden korkeusvaihtelun ja taimille asetettujen tavoitteiden vuoksi. Tavoitteen saavuttamisen varmistamiseksi seurataan kasvualustan ja taimien ravinnetilaa analyysin sekä kasvualustan vesipitoisuutta punnitukseen. Kanadassa taimien kasvun pysäyttämisessä karaistumisen jouduttamiseksi on siirrytty lähes yksinomaan lyhytpäiväkäsitteilyn käyttöön entisten ravinteiden ja kuivuusstressimenetelmien sijasta.

Lähde: Symposium Proceedings: Forest Seedling Nutrition from the Nursery to the Field. 28.–29.10, 1997. Nursery Technology Cooperative, Oregon State University. Toimittajat: Diane L. Haase & Robin Rose. 161 s. (Julkaisua voi tilata 20 \$:n hintaan osoitteesta Diane Haase, OSU Dept. Forest Science, FSL-020, Corvallis, OR 97331, USA).

- Risto Rikala
- Suomenjoen tutkimusasema
- Juntintie 40
- 77600 Suonenjoki
- Risto.Rikala@metla.fi

LILJA ARJA, RIKALA RISTO,
HEISKANEN JUHA JA TERVO LEO
METLA, VANTAAN TUTKIMUSKESKUS
JA SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

HAVUPUIDEN JUURILAHOTAUTI METSÄPUIDEN TAIMITARHOILLA JA LAHOJUURISTEN TAIMIEN ISTUTUSKELPOISUUS

Kuusen ja männyn taimien juurilahotauhin aiheuttaa yksitumainen *Rhizoctonia* yhdessä *Pythium*-lajien ja *Phytophthora undulata* sienien kanssa. Yksitumaisen *Rhizoctonia* sp. sienien tuhoavaa juuristoa taimet eivät pysty käyttämään kaikkea vettä, jota niille kastelussa annetaan. Näin sairastuneiden taimien ympäristön vesipitoisuus nousee ja syntyy suotuisat olosuhteet munasieniin kuuluville *Pythium*- ja *Phytophthora*-lajeille, jotka menestyvät vain märässä. Alkukesällä tartunnan saaneet taimet yleensä kuolevat, mutta mikäli tartunta tapahtuu keski- tai loppukesällä, jolloin taimien juuristo on laajempi, tauti ilmenee heikentyneenä verson kasvuna. Kuusella tartunnan alkuvaiheessa neulasen voi myös keltetyä. Vielä seuraavana keväänä elossaolevat, tautiset taimet voivat olla vihreitä ja niillä on terve päätesilmu, vaikka niiden verso on lyhyempi kuin tervejuurisilla taimilla.

YKSITUMAINEN RHIZOCTONIA

Rhizoctonia-sukuun kuuluu lukuisia lajeja, joista monien on tiedetty aiheuttavan taimipoltetta tai juurilahoa. Juurilahotautiin liittyvä laji on sikäli poikkeuksellinen, että sen rihmaston solut ovat yksitumaisia, kun ennestään tunnetuilla *Rhizoc-*

tonia-sienillä solut ovat joko monitai kaksitumaisia. Sienien suvullinen aste kuuluu *Ceratobasidium*-sukuun. DNA-testein on todistettu, että sekä Norjasta juurilahoisista kuusentaimista eristetty että meillä kuusella ja männyllä esiintyvä yksitumainen *Rhizoctonia* muodostaa oman ryhmänsä, joka on sekä geneettisesti että taudinaiheuttamiskyvyltään hyvin yhtenäinen. Eri sieniyksilöiden samankaltaisuus saattaa olla osoitus siitä, että taudinaiheuttaja on levinnyt taimitarhalta toiselle ja maasta toiseen.

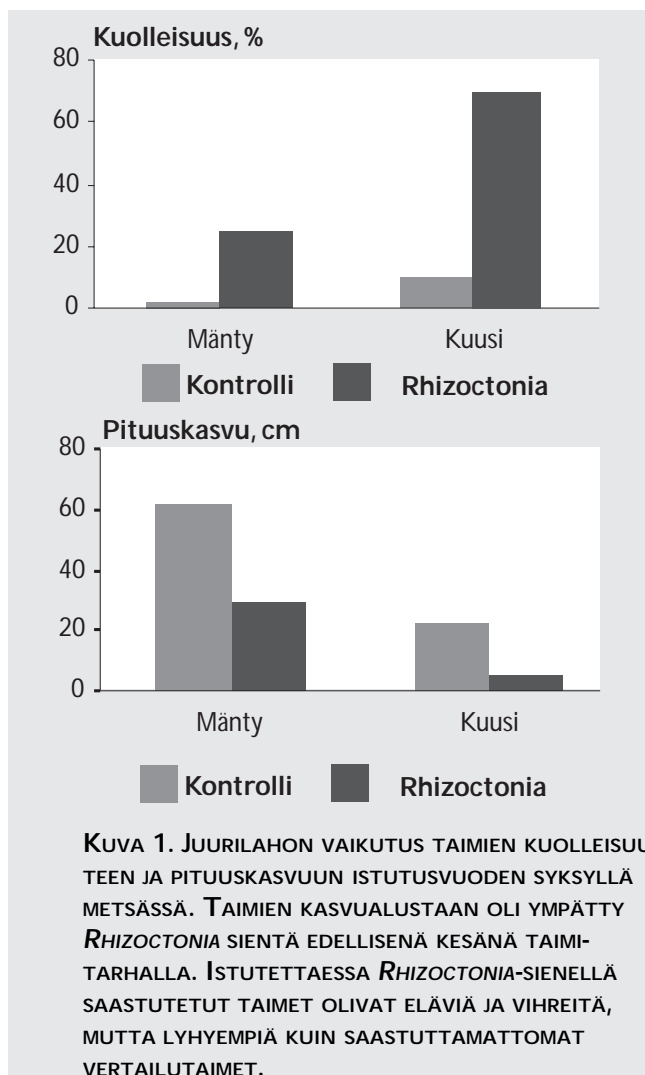
Yksitumaista *Rhizoctonia* esiintyy maassa yhdessä munasienten kanssa sekä taimikennostojen alla että kentillä, joissa on kasvatettu paljasjuuritaimia. *Rhizoctonia*-sieni tuottaa kestoasteinaan rihmastopahkoja, jotka sietävät hyvin kuivuutta ja kuumuutta. Sieni näyttää säilyttävän kykynsä tartuttaa taimia maassa, jota säilytetään kuivassa. Kun uusia taimia istutettiin turpeeseen, johon puoli vuotta aiemmin oli lisätty *Rhizoctonia*-sientä ja jota lakattiin kastelemasta, kun ensimmäiset taimet olivat kuolleet, osa uusista taimista sai juurilahotauhin, vaikka turve oli ollut ennen kastelun aloittamista yli viisi kuukautta kuivana.

TAUDIN TORJUNTA

Kasvatusolosuhteiden vaikutuksista taudin syntyyn tiedetään vasta vähän. Kastelua vähentämällä tautia ei voi välttää, sillä *Rhizoctonia*-sieni tartuttaa taimia sekä kuivissa että märissä olosuhteissa. Kohokasvatus vähentää sienien mahdollisuutta tarttua kasvatuskentältä taimiin, muttei kuitenkaan anna varmaa suojaa taudilta. Yleinen taimitarhahygieneia, johon kuuluvat taimilaatikoiden ja alustojen huolellinen pesu, uuden kasvualustan käyttö sekä sairaiden taimien ja niiden kasvualustan hävitys, on yleispätevä keino maalevintäisten sienitautien torjunnassa. Rihmastopahkojen tuhoamiseksi tarvitaan yli 80° C:en lämpökäsittely. Kokeiluista mykorritsasienistä mikään ei ole toistaiseksi torjunut yksitumaista *Rhizoctonia*-sientä. Testatuilla tatti-lajeilla (*Suillus* spp.) mykorritsojen muodostuminen juuriin kestää 2–3 kk eli taudinaiheuttaja ennättää tarttua juuren kärkiin ennen suojavaipan syntymä. Juurilahotauhin torjunta fungisideilla ei ole toistaiseksi mahdollista. Jatkossa lienee entistä tärkeämpää jatkaa tutkimuksia, joissa tähdätään lahojuuritauhin torjuntaan. Tänä kesänä kokeillaan mykorritsasieni-lajeja, jotka Ruotsissa ovat ehkäisseet *Rhizoctonia*-sienien kasvua.

JUURILAHOTAUTISTEN TAIMIEN ISTUTUSKELPOISUUS

Keväällä 1997 metsään istutettiin kuusen ja männyn yksivuotisia paakkutaimia, joiden kasvualustaan oli lisätty ensimmäisenä kasvukautena taimitarhalla *Rhizoctonia*-sientä heinäkuun puolivälin jälkeen. Istutettaessa taimet olivat jonkin verran lyhyempiä kuin vertailutaimet, joiden kasvualustaan ei patogeenia oltu lisätty, mutta muuten taimet näyttivät maan päällisiltä osiltaan vihreiltä ja hyväkuntoisilta. Tulokset istutuskesänä osoitta-



vat sen, että osa taimista pysyy heikommallakin juuristollaan elossa, mutta taimien kasvu on selvästi hitaampaa kuin tervejuurisilla vertailutaimilla (kuva 1). Kuusi, jolla lahojuuritauti on ongelmallisempi jo taimitarhalla, kärsii selvästi mäntyä enemmän. Männyn vertailutaimista oli elossa 98 % ja saastutetuista taimista 75 %. Terveiden mäntyjen pituuskasvu oli kuitenkin puolta parempaa kuin juurilahoisilla taimilla. Juurilahoisista kuusen taimista vain 30 % oli elossa syksyllä ja terveiden taimien pituuskasvu oli viisinkertainen tautisten taimien kasvuun verrattuna. Taimien kuolleisuus ja eloonjäävien sairaiden taimien kehitys viittaavat siihen etteivät taimet toivu *Rhizoctonia* infektiosta metsään istutuksen jälkeen.

Taustatietoa:

Lilja, A. 1996. Root dieback and stem lesions in Finnish forest nurseries. The Finnish Forest Research Institute, Research Papers 618. 43p. + 56p.

Lilja, A., Lilja, S., Kurkela, T. & Rikala, R. 1997. Nursery practices and management of fungal diseases in forest nurseries in Finland. A review. *Silva Fenn.* 3(1): 1–22.

Lilja, A. & Sen, R. 1993. Havupuiden lahojuuritauti metsäpuiden taimitarhoilla. *Kasvinsuojelulehti* 2: 53–54.

Lilja, A. 1994. Havupuiden lahojuurisuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantaja* 496: 91–96.

Ivonen, S., Lilja, A. & Tervo, L. 1996. Kuumavesikäsitellyt havupuiden juurilahon torjuntakeinona. *Kasvinsuojelulehti* 3: 78–79.

Lilja, A. & Heiskanen, J. 1997. Havupuiden juurilahotauti metsäpuiden taimitarhoilla ja kastelun merkitys taudin ehkäisyssä. *Kasvinsuojelulehti* 2: 54–55.

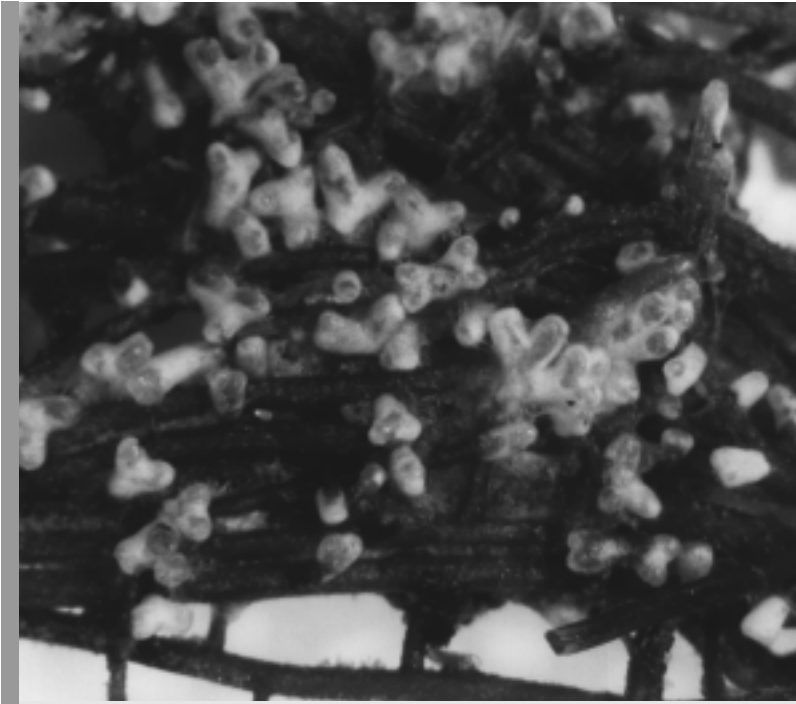
KAROLIINA NIEMI
KUOPION YLIOPISTO, EKOLOGISEN
YMPÄRISTÖTIEEEN LAITOS

MYKORRIT- SASIENET JUURILAHO- TAUDIN TORJUN- NASSA

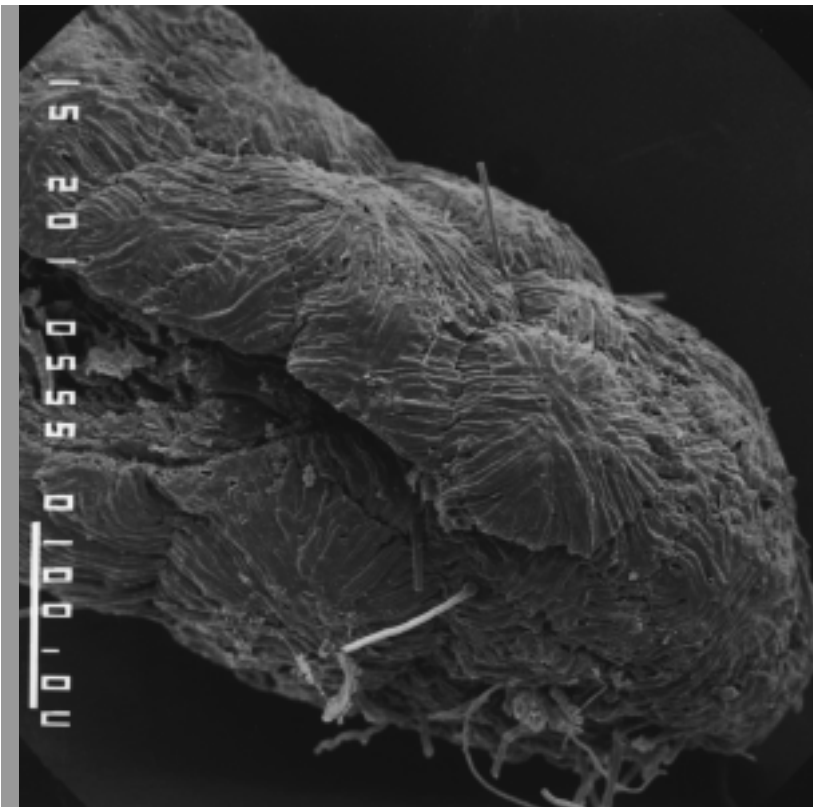
Rhizoctonia-sieni aiheuttaa sekä kuusen että männyn nuorilla paak-
kutaimilla juurilahotautia, jonka
seurauksena juuren kehitys häi-
riintyy tai loppuu kokonaan. Muu-
taman viikon ikäiset taimet eivät
yleensä kestä tartuntaa, vaan kuole-
vat jo saman kesän aikana. Van-
hemmat taimet kestävät infektiota
jo huomattavasti paremmin, mutta
niidenkin kasvu on selvästi hitaam-
paa kuin terveillä taimilla.

Rhizoctonia-sienen torjuntaa on
toistaiseksi tutkittu vähän. Kastelua
vähentämällä tartuntaa ei ole pys-
tytty vähentämään, sillä sieni viih-
tyy sekä kosteassa että kuivassa
turpeessa. Koska sieni säilyy heng-
gissä korkeissakin lämpötiloissa, on
myös kasvuturpeen lämpökäsittely
vaikeaa.

Luonnossa nuorten taimien juu-
riin kasvaa symbioottisia ektomy-
korritsasieneitä (kuva 1), jotka muo-
dostavat juuren pinnalle rihmasto-
vaipan ja tunkeutuvat juuren solu-
jen väleihin. Mykorrhitsasieni paran-
taa taimien ravinteiden ja veden ot-
toa sekä suojelee juuria patogeeni-
sientien infektiolta. Sienillä on sa-
manaikaisesti käytössä useita eri
puolustuskeinoja, joiden voimak-
kuus vaihtelee sienilajeittain. Paksu-
vaippaista mykorrhitsaa muodosta-
vat sienet suojaavat juurta mekaa-
nisesti (kuva 2), kun taas ohutvaip-
paisissa mykorrhitsaissa biokemial-



KUVA 1. NUMMITATIN (*SUILLUS BOVINUS*) JA MÄNNYN MUODOSTAMAA KAKSIHAARAISTA MYKORRITSAA (KUVA TOINI HOLOPAINEN).



KUVA 2. MYKORRITSASIENEN (*CENOCOCCUM GEOPHILUM*) MUODOSTAMA VAIPPA SUOJEEE JUURTA MEKAANISESTI (ELEKTRONIMIKROSKOOPPIKUVA SARI TARHANEN).

liset puolustusmekanismit voivat olla mekaanista suojaa tärkeämpiä.

Mykorritsasienet tuottavat useille patogeeneille haitallisia yhdisteitä. Esimerkiksi lohisien (*Laccaria laccata*) ja pulkkosien (*Paxillus involutus*) tuottamien antibioottien on havaittu estävän eräiden juuristopatogeenien itiöiden itämistä ja iturihman kasvua. Sienet tuottavat lisäksi erilaisia happoja (esim. oksaalihappo), jotka sekä suoraan että välillisesti juuriympäristön happamoitumisen kautta voivat estää patogeenien kasvua. Puolustusainesten tuottaminen saattaa moninkertaistaa sienien eläessä mykorritsasymbioosissa. Sieniyhteys aktivoi myös kasvia valmistamaan erilaisia puolustusaineita, kuten fenoleja. Näiden yhdisteiden avulla juuri säätelee mykorritsasienien kasvua soluväleissä, mutta estää samalla myös useiden patogeenien tunkeutumisen solujen sisälle.

MYKORRITSASIENIEN KÄYTTÖ TAIMITARHALLA

Mykorritsasienien käyttö *Rhizoctonia*-sienien torjunnassa edellyttää sieneltä nopeaa kasvua. Nopeasti kasvava rihmasto vie sekä tilaa että ravintoa patogeenisieneltä vähentäen sen kasvumahdollisuuksia. Lisäksi muodostunut mykorritsa luo mekaanisen suojan ja aktivoi biokemialliset puolustusmekanismit jo taimen kehityksen alkuvaiheessa. Niinpä mykorritsasieni tulisikin ympäätä kasvuturpeeseen heti, kun taimella on riittävästi yhteyttäviä neulasia. Näin mykorritsasieni ehtisi valloittaa paakkutaimen juuriston ennen *Rhizoctonia*-sientä.

Mykorritsasientä käytettäessä kasvuturpeen ravinnepitoisuuden tulisi olla normaalia alhaisempi, sillä erityisesti korkea N-pitoisuus häiritsee mykorritsan muodostumista ja toisaalta lisää patogeenin elinvoimaa. Vaikka lannoituksen vähentäminen hidastaa verson kasvua,

voi se siis olla hyväksi taimen yleiskunnolle. Oikean ravinnekoostumuksen -ja määrän löytymisen jälkeen ongelmaksi jää mykorritsasienien ympäätämisen kalleus: mykorritsasienten eristäminen luonnosta sekä ympäätyskokeet laboratorioissa ja taimitarhalla vaativat runsaasti työvoimaa ja aikaa. Koska tehokaskin sienikanta menettää lopulta kykynsä muodostaa mykorritsaa, täytyy sienten eristystä ja testausta tehdä jatkuvasti.

TAIMITARHAKOE SUONENJOEN TUTKIMUSASEMALLA

Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusasemalla aloitettiin toukokuussa 1998 tutkimus mykorritsasienien käytöstä männyn juurilahotaudin torjunnassa. Viisivuokois-

ten taimien juurten lähettyville siirrostettiin keinoalustalla kasvanutta kangaslohisientä (*Laccaria bicolor*), isolohisientä (*Laccaria proxima*) tai pulkkosientä, jotka kaikki olivat osoittautuneet tehokkaiksi mykorritsan muodostajiksi laboratorioolosuhteissa. Kuusi viikkoa myöhemmin taimet altistettiin *Rhizoctonia*-sienen kahdelle eri kannalle, jotka siirrostettiin männyn juurelle kuten mykorritsasienet. Tässä vaiheessa tarkastettiin myös muutamien taimien mykorritsasisuus: sekä kangaslohisieni että pulkkosieni olivat jo kasvattaneet selvää vaippaa useiden juurenharojen ympärille, mutta isolohisienen muodostamaa mykorritsaa ei vielä havaittu.

Verson kasvu sekä juurten kunto ja mykorritsasisuus tarkastetaan myöhemmin syksyllä. Jo tällöin nähdään, ovatko lohisienet ja /tai

pulkkosieni pystyneet suojelemaan taimia erittäin nopeakasvuiselta patogeenisieneltä. Osa taimista istutetaan keväällä 1999 metsään, jotta taimien kasvua voidaan seurata myös toisena kasvukautena.

- Karoliina Niemi
- Ekologisen ympäristötieteen laitos
- Kuopion yliopisto
- PL 1627
- 70211 Kuopio
- Karoliina.Niemi@uku.fi
- JA
- Metsäntutkimuslaitos
- Punkaharjun tutkimusasema
- Finlandiantie 18
- 58450 Punkaharju
-
- Arja Lilja
- Metsäntutkimuslaitos
- Vantaan tutkimuskeskus
- PL 18
- 01301 Vantaa
- Arja.Lilja@metla.fi

KAROLIINA NIEMI
KUOPION YLIOPISTO, EKOLOGISEN
YMPÄRISTÖTIEEEN LAITOS

MYKORRITSASIENET PARANTAVAT POHJOISSUOMALAISTEN MÄNTYPISTOKKAIDEN JUURTUMISTA

Männyn (*Pinus sylvestris* L.), kuten lähes kaikkien *Pinus*-suvun lajien, kasvullinen lisäys on erittäin vaikeaa. Vaikeuksista huolimatta eri menetelmien kehittäminen on edelleen suuren mielenkiinnon kohteena, sillä kasvullinen lisäys mahdollistaa arvokkaiden ja esimerkiksi tauteja kestävien kloonien säilyttämisen ja jalostamisen. Perinteisen varttamisen rinnalle onkin noussut uusia menetelmiä, joista pistokas-

lisäys on osoittautunut lupaavimmaksi. Pistokkaiden eli ns. aksillaariversojen tuottamiseksi männyn kantataimet käsitellään sytokiniinihormonilla, minkä seurauksena yhdestä kantataimesta voidaan saada jopa 150 pistokasversoa. Pistokkaiden juurrutuksessa on kuitenkin edelleen ongelmia, sillä juurtumisen riippuu mm. kantataimen alkuperästä ja iästä.

Mänty elää muiden metsäpuidemme tapaan symbioosissa sienijuuri- eli mykorritsasienten kanssa. Sienirihmasto peittää juuren lyhyitä haaroja vaihtelevan paksuisena vaippana ja tunkeutuu myös juuren kuoren soluväleihin muodostaen siellä sokkelomaisen verkoston eli Hartigin verkon. Mykorritsasymbioosissa sieniosakas, joka ei pysty yhteyttämään, saa energiaa puun tuottamista sokereista, ja sieni puolestaan tehostaa puun ravinteiden, erityisesti typen ja fosforin, sekä veden ottoa. Laboratoriokokeissa mykorritsasienten on lisäksi havaittu parantavan taimien juurtumista sekä juurten haaroittumista. Sieniympäätysillä on saatu aikaan samansuuntaisia tuloksia kuin hormonikäsitellyillä (auksiinihormonit IAA ja IBA), mikä viittaa sienien tuottamien hormonien vaikutukseen juurtumisprosessissa.

PISTOKASKOKEET PUNKAHARJUN TUTKIMUSASEMALLA

Metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun tutkimusasemalla tutkitaan mäntypistokkaiden juurtumista yhteistyössä Metsänjalostussäätiön kanssa. Kahden viime vuoden aikana on pyritty selvittämään männyn luontaisten mykorritsasienten, pulkkosienen (*Paxillus involutus*) ja hernekuukusen (*Pisolithus tinctorius*), vaikutusta juurten muodostumiseen.

Kesällä 1996 etelä- ja pohjois-suomalaista alkuperää olevat kanta-aimet (= genotyypit) ruiskutettiin sytokiniinihormonilla. Talven aikana taimille annettiin ylimääräinen kasvukausi, jonka aikana aksillaariversot pidentyivät. Keväällä 1997 muodostuneet pistokasversot leikattiin. Aluksi pistokkaiden tyvet käsiteltiin juurtumista edistävällä indolivoihappoliuoksella (IBA), minkä jälkeen osaan pistokkaista ympättiin mykorritsasieni upottamalla

tyvet hetkeksi sieni-vesiliuokseen. Ymppäys tehtiin pulkkosienen kolmella eri kannalla tai yhdellä hernekuukusen kannalla. Pistokkaita juurrutettiin lannoittamattomassa kuorihumus-turveseoksessa (kuva 1), ja juurten muodostumista tarkkailtiin viiden kuukauden ajan. Tarkastusten yhteydessä juurtuneet pistokkaat siirrettiin lannoitettuun taimitarhaturpeeseen.

MYKORRITSASIENET PARANSIVAT POHJOISTEN PISTOKKAIDEN JUURTUMISTA

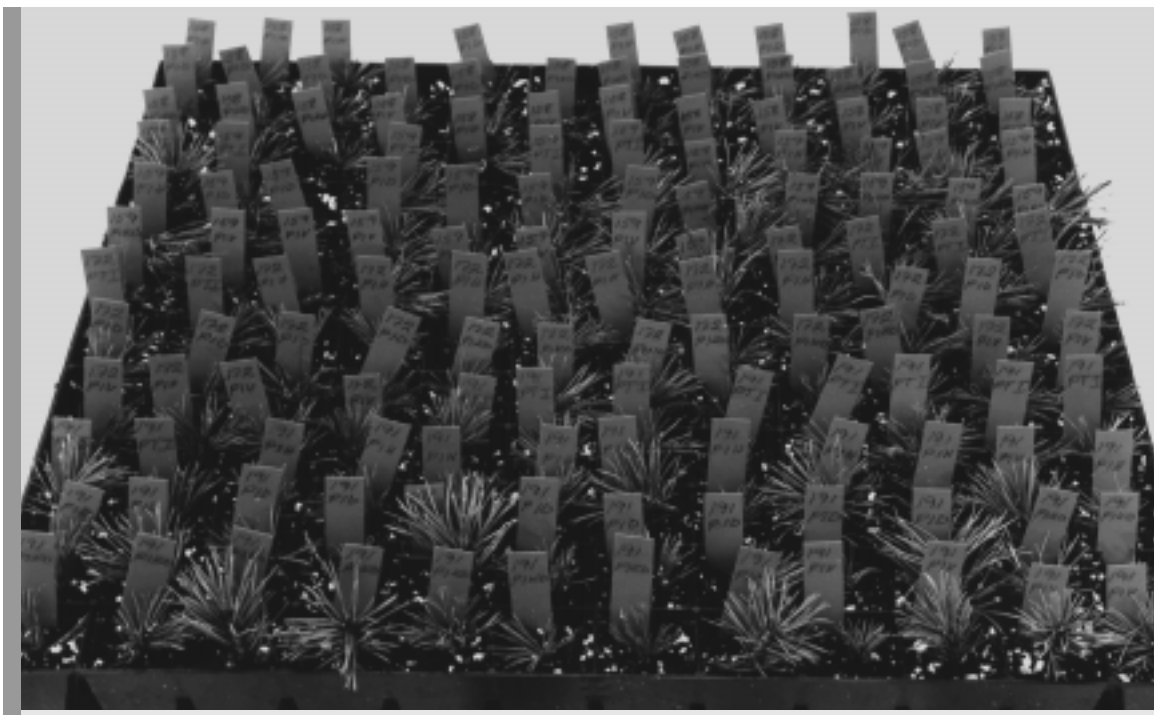
Eteläisistä pistokkaista juurtui 30.4 % ja pohjoisista 56.5 %. Pohjoiset pistokkaat hyötyivät selvästi mykorritsasienen läsnäolosta, sillä kolme neljästä siemenalkuperästä (SS) juurtui paremmin sienin kanssa kuin ilman (kuva 2). Eteläiset pistokkaat reagoivat sieni-ympäykseen osin aivan päinvastaisesti, sil-

lä yhden siemenalkuperän (SS2) osalta inokulointi selvästi haittasi juurtumista. Neljä testattua sienikantaa vaikuttivat juurtumiseen hie- man eri tavoin. Sienen lisäksi kanta-aimi eli genotyyppi vaikutti voimakkaasti juurtumiseen.

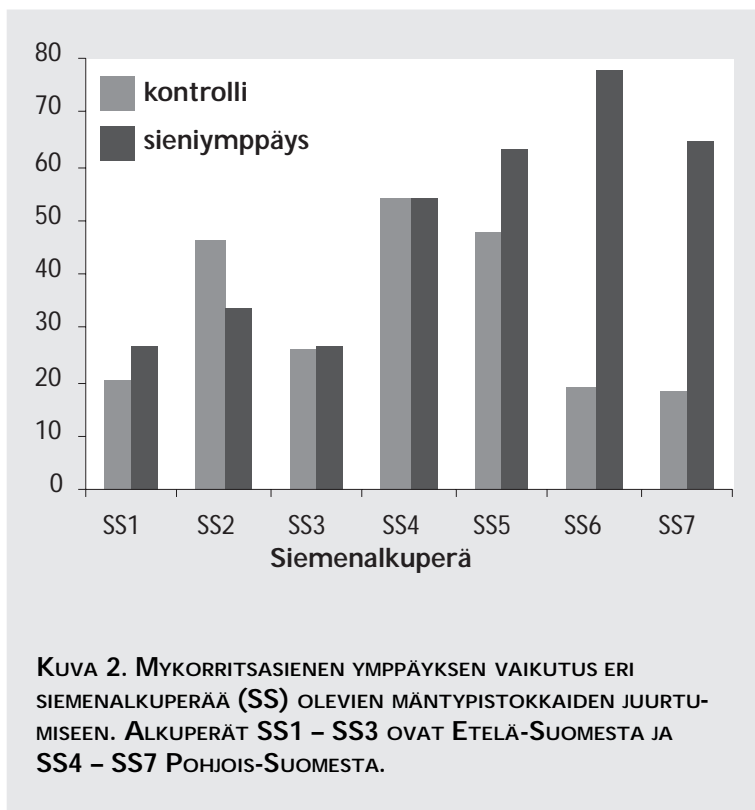
Sieniympäys nosti myös muodostuneiden juurten määrää pohjoista alkuperää olevissa pistokkaissa (keskiarvo: sieniympäty 3.0, kontrolli 2.3), mutta ei lisännyt yksittäisen juuren pituuskasvua eikä haaroittumista. Juurten mikroskooppinen tarkastelu osoitti, ettei mykorritsaa ollut muodostunut juuri lainkaan. Mykorritsan muodostumista haittasi todennäköisesti taimitarhaturpeen korkea N- ja P-pitoisuus.

JUURTUMISTA AKTIVOIVAT TEKIJÄT

Koska mykorritsasieni-ympäys nosti juurtuneiden pistokkaiden määrää, mutta ei niin selvästi juurten lukumäärää / pistokas, sieni todennäköisesti antoi jonkinlaisen alku-



KUVA 1. PISTOKASVERSOJA JUURTUMASSA (KUVA JOUKO LEHTO).



sysäyksen juurtumisprosessille. Juurtumista aktivoivista tekijöistä ei vielä ole varmaa tietoa, mutta yhtenä tekijänä saattoivat olla sienien tuottamat hormonit. Lisäksi sieni varmasti muutti juuren ympäristössä olevan maan ravinnekoostumusta, happamuutta ja mikrobilajistoa, minkä jälkeen olosuhteet saattoivat olla suotuisimmat pohjoista alkuperää oleville pistokkaille.

Jotta saataisiin selville, miten mykorritsat vaikuttavat juuristossa, on sienten tuottamien polyamiinien ja auksiineihin kuuluvan indolietikahapon (IAA) määritykset aloitettu. Näiden kasvua säätelevien yhdisteiden tuottoa tutkitaan sienten puhdasviljelmistä ja polyamiinien osalta myös pistokasversoista.

- Karoliina Niemi
- Ekologisen ympäristötieteen laitos
- Kuopion yliopisto
- PL 1627
- 70211 Kuopio
- Karoliina.Niemi@uku.fi
- JA
- Metla
- Punkaharjun tutkimusasema
- Finlandiantie 18
- 58450 Punkaharju

MARIA POTERI
METLA, SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

TUKKIMIEHENTÄIN TORJUNTAKEINOJA ETSITÄÄN

Tukkemiehentäi on pysyvä ongelma uudistushakkuualoilla varsinkin Etelä- ja Keski-Suomessa. Kuoriaiset hakeutuvat hakkuuaukoille lisääntymään tuoreiden kantojen houkuttelemina ja samalla nakertavat ravinnokseen männyn ja kuusen taimien kuorta – taimikonomistajan harmiksi. Vahinkojen estämiseksi havupuiden taimet suojataan tavallisesti jo taimitarhalla tukkimiehentäin torjuntaan hyväksytyllä pyretroidivalmisteella, joista yleisin on permetriini. Keskustelu tukkimiehentäin torjuntakeinoista on tällä hetkellä kiihvasta Ruotsissa, sillä sikäläisten viranomaiskaavailujen mukaan naapurimaassamme havupuiden taimien permetriinikäsittely tullaan kieltämään asteittain tämän vuosikymmenen loppuun mennessä.

Tutkimuksen haasteena on kehittää uusia menetelmiä, joilla tukkimiehentäi saadaan pysymään erossa taimista. Erilaisia mekaanisia taimisuojuja on kehitelty etenkin Ruotsissa, mutta myös kemiallisella puolella nähdään sovellusmahdollisuuksia. Hajut, tai erilaiset ilmavirtojen mukana liikkuvat haihtuvat yhdisteet, ohjaavat usein hyönteisten liikkumista. Tukkemiehentäit suunnistavat pihkassa olevien yhdisteiden houkuttelemina hakkuualoille, puutavarapinoihin ja sahoille. Todennäköisesti myös niiden ra-

vintokasvin valintaan, tai valitsematta jättämiseen, on mahdollista vaikuttaa erilaisin kemiallisin käsittelyin.

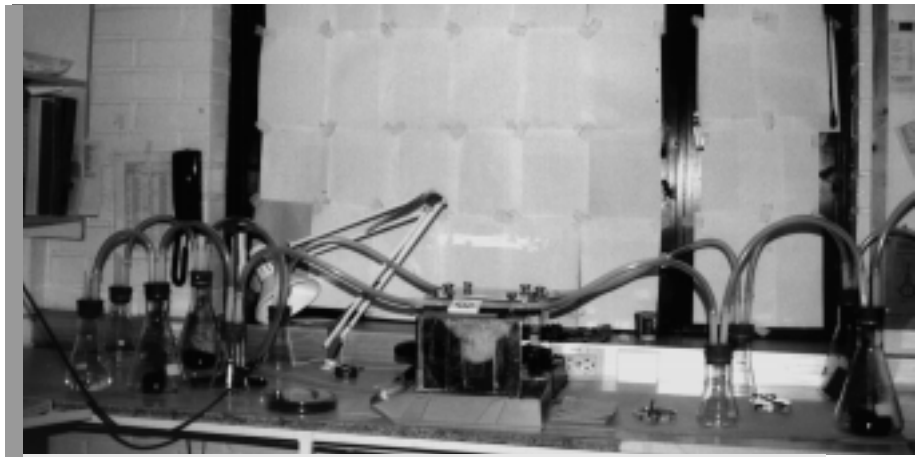
TUKKIMIEHENTÄIT HAJULABORATORIOSSA

Kesällä -98 tehtiin tukkimiehentäin torjuntaan liittyviä kokeita Metsäntutkimuslaitoksen Suomenjoen tutkimusasemalla englantilaisin apuvoimin, kun vaihto-opiskelija Paul Watson valmisteli lopputyötään Lontoon yliopistoon. Tutkimusaseman laboratorioon rakennetulla laitteistolla seurattiin, miten hyönteinen hajuärsykkeiden perusteella valitsee ravintokohteensa. Syöntikokeissa tukkimiehentäille tarjottiin kolmenlaisia taimia:

- 1) permetriinillä käsiteltyjä
- 2) vahalla käsiteltyjä
- 3) käsittelemättömiä kontrollitaimia

Testeissä käytettiin sekä kuusen että männyn yksivuotiaita paakkutaimia. Koetta varten ilman ravintoa ollut nälkäinen kuoriainen siirrettiin alipaineistettuun suorakaiteen muotoiseen kammioon, jonka kuhunkin nurkkaan johdettiin ilmaa eri tavoin käsitellyistä taimista (kuva 1). Hyönteiset suljettiin yksitellen kammioon, jossa ne pääsivät liikkumaan vapaasti ja 'haistelemaan' eri putkista tulevaa ilmaa, johon oli sekoittunut kullekin käsittelylle ominaisia hajuyhdisteitä. Tutkija seurasi ja kirjasi ylös tukkimiehentäin liikkeitä, tai liikkumattomuutta, 10 min. ajan. Oleellista oli tietää, minkä hajuärsyksen mukaan hyönteinen lähti suunnistamaan.

Taimista tuleva haju selvästi aktivoi hyönteisen, sillä kun kammioon johdettiin kaikista putkista pelkkää puhdasta ilmaa, olivat hyönteiset passiivisia eivätkä juurikaan liikkuneet. Sen sijaan taimesta tuleva ilmavirta sai kuoriaisiin liikettä, riippumatta siitä, olivatko taimet käsitelty tai jätetty käsittelemättä.



KUVA 1. LAITTEISTO, JOLLA PULLOIHIN SULJETUISTA NELJÄSTÄ ERI TAIMESTA JOHDETTIIN ILMAA ALIPAINESTETTUUN TESTAUSKAMMIOON. KOETAIMET OLIVAT KÄSITELTY PERMETRIINILLÄ, VAHALLA TAI JÄTETTY KÄSITTELEMÄTTÄ (KONTROLLEJA). KAMMION NURKKIIN JOHDETTIIN ILMAA KUSTAKIN TAIMESTA ERILLISELLÄ LETKULLA. TESTATTAVA, PAASTONNUT TUKKIMIEHENTÄI ASETETTIIN KESKELLE KAMMIOTA, JA HYÖNTEISEN LIKKUMINEN JA SEN KÄYTTÄMÄ AIKA ERI HAJUÄRSYKKEIDEN KOHDALLA KIRJATTIIN YLÖS.

VAHA JA PERMETRIINI VÄHENSIVÄT KUORIAISEN KIINNOSTUSTA TAIMEEN

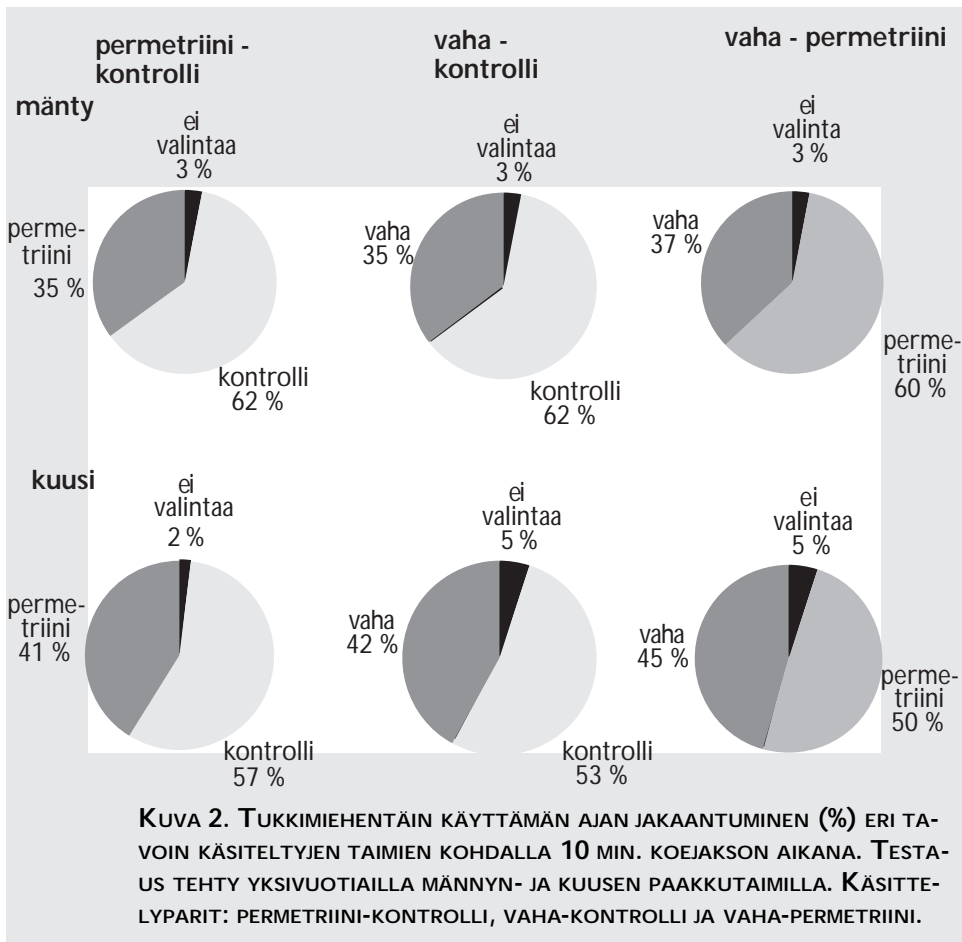
Testeissä verrattiin pareittain eri tavoin käsiteltyjä taimia keskenään: käsittelemätön kontrollitaimi – permetriinillä käsitelty taimi, käsittelemätön kontrollitaimi – vahalla käsitelty taimi ja permetriinillä käsitelty taimi – vahalla käsitelty taimi. Alustavien tulosten perusteella sekä männyllä että kuusella yli puolet testeissä olleista kuoriaisista valitsi kontrollitaimen permetriini- ja vahakäsiteltyjen taimien sijasta. Kun valintatilanteessa oli vastakkain permetriinillä ja vahalla käsitelty taimi, valitsivat tukkimiehentäit mannyn kohdalla merkittävästi useammin permetriinillä käsitellyn taimen kuin vahalla käsitellyn. Kuusen taimien kohdalla ei kovin selvää eroa eri torjuntakäsittelyjen välillä ollut. (kuva 2).

Toistaiseksi ei ole selitystä siihen, miksi kokeissa olleet hyönteiset kartoivat hajun perusteella

enemmän vahakäsiteltyä tainta kuin permetriinitainta. On mahdollista, että neulasistoa ja versoa peittävä vaha esti luontaisten tukkimiehentäitä houkuttelevien yhdisteiden vapautumista taimesta. Toisaalta vahassa voi olla myös sellaisia haihtuvia yhdisteitä, joilla on suurempi karkottava vaikutus ilmateitse kuin permetriinillä.

Tukkimiehentäin torjunnassa käytettävä vaha ruiskutetaan taimen alosaan, niin että noin 2/3 taimesta saa tasaisen peitteen. Vahakäsittelyn eräänä heikkoutena mekaanisiin suojiin nähden on vahapinnan karieminen pois, jolloin suojavaikutus jää käytännössä ainoastaan yhteen kasvukauteen. Tukkimiehentäin syöntiä esiintyy uudistuslalla yleensä muutaman vuoden ajan hakkuun jälkeen.

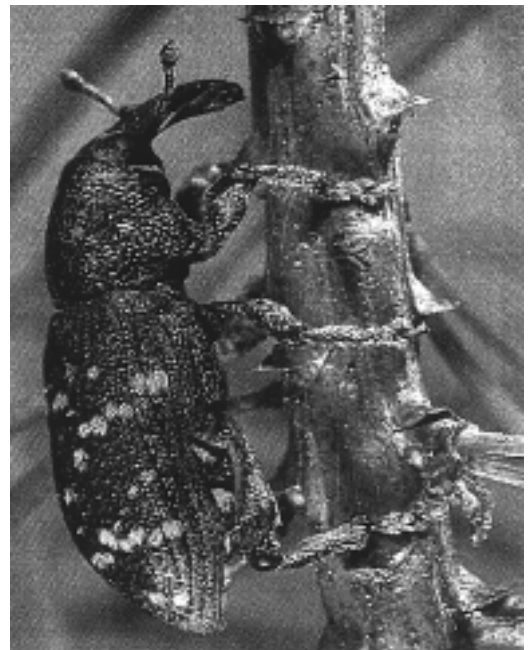
Paul Watsonin kolmen kuukauden tutkimusjakso päättyi elokuun alussa, mutta opinnäytetyön kirjoittaminen jatkuu vielä syksyllä Wye Collegessa Lontoossa. Metsänsuojeluun liittyvät kysymykset kiinnostavat häntä, ja kotimaassa onkin jo



sovittuna väitöskirjatyön aihe. Tuleva työ ei kuitenkaan käsittele tukkimiehentäitä, vaan uudet tutkimukset kohdistuvat hallamittariin, joka on tällä vuosikymmenellä aiheuttanut pahoja tuhoja Englannissa.

TUKKIMIEHENTÄIKOKOUS RUOTSISSA

MITÄ VOISIVAT OLLA TULEVAISUUDEN TORJUNTAKEINOT TUKKIMIEHENTÄITÄ VASTAAN, SITÄ POHTIVAT POHJOISMAISET ALAN ASiantuntijat maaliskuussa Ruotsissa pidetyssä palaverissa. Kokouksesta ilmestyy loppuvuodesta ruotsinkielinen raportti, johon on koottu tutkimustuloksia erilaisista mekaanisista taimisuojaista ja vahoista. Myös maku- ja hajuyhdisteisiin perustuvia karkotteita on kehitteillä. Näistä asioista kerrotaan lisää ilmestyvän raportin pohjalta seuraavassa Taimiuutiset-lehdessä.



PAAKKUTAIMIEN TALVIVARASTOINTI – KARAISUA JA SUOJAAMISTA

Paakkutaimien säilyttäminen talven yli vaatii useimmiten taimitarhalla lisätoimenpiteitä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä paakkutaimien juuriston suojaamiseen. Taimien juuristo on huomattavasti herkempi pakkasvaurioille kuin taimen maanpäällinen osa. Verson ja juuriston kylmänkestävyydessä on havaittu jopa 20 °C asteen eroja useissa eri kasveilla tehdyissä kokeissa.

HERKÄT JUURET

Juuriston kylmänsietokyky kehittyy hitaammin kuin verson. Syksyllä jo -5 °C asteen lämpötila voi vaurioittaa juuria, kun taas keskitalvella karaistunut juuristo saattaa kestää, tosin lyhyitä hetkiä, jopa -25 °C asteen pakkasia. Muovihuoneesta ulossiirrettyillä taimilla juuriston kylmänkestävyys lisääntyy syksyn alenevien lämpötilojen myötä. Sen sijaan myöhään kylvetyt ja pitkälle syksyyn muovihuoneessa pidetyt taimet ovat erityisen herkkiä juurten paleltumiselle.

JUURISTON TILAN SELVITTÄMISEKSI KOLMEN VIIKON KASVATUS

Juurten paleltumisvaurioiden toteaminen on vaikeaa, sillä yleensä kestää muutaman viikon ennen kuin keväällä kasvuun lähtevän taimen verso-oireet paljastavat piilevät juu-

rivauriot. Ruotsalaiset asiantuntijat suosittelivat vähintään kolmen viikon seurantajaksoa keväällä taimille pakkasvaurioiden toteamiseksi

Havupuilla verson kylmänkestävyyteen vaikuttaa yön pituus, lämpötila ja valo, kun taas juuriston kylmänkestävyyteen vaikuttaa lähinnä vain kasvualustan lämpötila. Lannoituksella voidaan myös säädellä taimien versojen kylmänkestävyyttä, vaikkakin lannoituskokeiden antamat tulokset ovat olleet osittain ristiriitaisia. Lannoituksen vaikutuksista männyn ja kuusen juuriston kylmänkestävyyteen ei ole tutkimustuloksia.

Lyhytpäiväkäsittelyillä voidaan jouduttaa taimien talveentumista. On kuitenkin huomattava, että Ruotsissa tehtyjen kokeiden mukaan LP-käsittelyt eivät lisänneet juurien kylmänkestävyyttä männyn- ja kuusentaimilla.

MÄNTY KUUSTA HERKEMPI

Myöhään kylvetyt kasvatuserät, erityisesti mänty, on suojattava riittävän ajoissa talvea varten. Männyn-taimet ovat kuusen taimia arempia paleltuttamaan juuria, erityisesti syksyllä. Eräässä ruotsalaisessa kokeessa männyn-taimien juurivauriot lisääntyivät merkittävästi, kun lämpötila laski -6 °C asteesta -11 °C asteeseen, kun taas kuusentaimissa juurivaurioita alkoi syntyä vasta alle

-11 °C asteen lämpötiloissa. Kokeessa taimien altistus aika eri lämpötiloissa oli lyhyt, vain kaksi tuntia. Kuusella juurien parempi pakkasensietokyky voi johtua siitä, että kuusi on joutunut sopeutumaan alhaisempiin lämpötiloihin, koska sen juuristo on lähempänä maan pintaa kuin männynllä.

ULKONA LUMIPEITE TÄRKEÄ

Ulkona varastoitaessa voidaan vaikuttaa oleellisesti juuriston lämpötilaan suuralustojen alaslaskulla, koska maalämpö saadaan näin johdettua maata vasten oleviin arkeihin. Ulkovarastointikokeissa on myös osoittautunut, että maan rakenteella on käytännössä vaikutusta lämmönjohtumiseen. Tiivis hienojakoinen maa johtaa lämpöä parhaiten.

Alustojen alaslasku ei kuitenkaan ole riittävä toimenpide, vaan juuriston säilymiseksi taimet tarvitsevat lisäsuojaa. Lumipeite on tehokas lämmöneristäjä. Ruotsissa tehdyssä selvityksessä maata vasten olevissa arkeissa juuriston lämpötila pysyi -5 °C asteen tuntumassa 10 cm:ä paksun lumipeitteen alla, kun kohotetuissa arkeissa vastaavan lumipeitteen alla juuriston lämpötila laski selvästi -10 °C asteen riskirajan alapuolelle.

Lumettomina talvina on turvaututtava keinolumeen, jonka eristysominaisuudet ovat kokeissa osoittautuneet riittäviksi, vaikkakaan keinolumen fysikaaliset ominaisuudet eivät täysin vastaa luonnon lumipeitettä. Keinolumen tekemiseksi saatetaan joutua odottelemaan sopivaa lumetussäätä. Hyvän lumetustuloksen aikaansaamiseksi tarvitaan alhaisia, n. -5 °C asteen lämpötiloja ja alhaista suhteellista ilman-kosteutta. Lumettaminen on merkittävä investointi, joka vaatii työvoimaa ja kalustoa; ja joskus myös ilta- tai yötyötä.

Ruotsissa on tutkittu maahan upotettujen lämpökaapeleiden käytökelpoisuutta, ja jotkut tarhat ovat myös rakentaneet koekäyttöön termostaateilla varustettuja lämpöpenkkejä. Tällaisten ulkovarastoalueiden ympärille voidaan lisäksi rakentaa erillinen n. 40–50 cm korkea reunus, jonka varaan on tuettavissa muovikate taimien päälle lisälämmöneristeeksi.

KYLMÄVARASTOSSA KORKEA KOSTEUS-%

Taimien varastointiin tarkoitettujen kylmävarastojen lämpötila pidetään 0 – +2 °C asteen välillä. Vähänkin korkeammassa lämpötilassa taimien hengitys lisääntyy ja vaarana on taimien kuivuminen. Kylmävarastossa kosteuden on oltava vähintään 95 %, jos taimet säilytetään avonaisissa pakkauksissa. Tiiviiden pakkausten ongelmana on varastotaudit, kuten homeet.

PAKKASVARASTON LÄMPÖTILA EI ALLE - 5°C

Pakkasvaraston lämpötila ei saisi koskaan laskea alle - 5 °C asteen. Ruotsalaisten varastointitutkimusten mukaan -4 °C ja -10 °C asteen välillä on se lämpötila-alue, jossa juuristovaurioita voi syntyä pitkäaikaisessa, yli 4 kk kestävässä, varastoinnissa. Pakkasvaurioita ei synny ainoastaan alhaisissa pakkasasteissa, vaan vaurioita voi syntyä jo lähellä 0 °C astetta, jos lämpötilan lasku on hyvin nopeaa. Vaurioiden määrä luonnollisesti lisääntyy, mikäli alhaisen lämpötilan kesto pitenee.

Kokemusten mukaan pakkasvarastoidut taimet on pakattava tiiviisiin pakkauksiin, sillä pakkasasteissa varastoidut taimet kuivuvat erityisen herkästi. Pakkauksissa esiintyvien homevaurioiden riski vähenee lämpötilan laskiessa alle 0 °C asteen.

PAKKASKESTÄVYYDEN MITTAAMINEN

Ennen taimien pakkaamista varastoon on varmistuttava siitä, että taimet ovat riittävästi puutuneet ja kestävät alhaisia varastointilämpötiloja. Silmämääräisiä havaintoja voidaan tehdä taimien neulasten värimuutoksista ja silmujen muodostumisesta. Aina ei kuitenkaan ole helppoa päätellä silmämääräisesti taimierän talveentumisastetta, koska kylvöajankohdat, alkuperät ja taimien kasvatushistoria (esim. lyhytpäiväkasittelyt) vaihtelevat.

Eräs Ruotsissa käytössä ollut menetelmä on **kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen** (tai vesipitoisuuden määrittäminen) verson kärjestä, tavallisesti n. 2 cm:n pituudelta latvasta. Syksyllä talveentumisvaiheen aikana kasvisolukossa kuiva-ainepitoisuus (%) kasvaa vähitellen, kunnes puutumisasien vakiintuu tietylle tasolle. Ottamalla näytteitä taimierästä säännöllisin väliajoin (esim. kerran viikossa) voidaan puutumisen kehittymistä seurata. Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen ei ole kovin mutkikas ja onnistuu periaatteessa taimitarhalla omin avuin. Suhteellisen yksinkertaisen menetelmän ongelmana on kuitenkin kuiva-ainepitoisuutta kuvastavien lukuarvojen tulkinta ja niissä esiintyvä suuri vaihtelu.

VAIHTELEVA KUIVA- AINEPITOISUUS

Kuiva-ainepitoisuudessa vaihtelua aiheuttavat mm. puulaji, taimen ikä, vuotuiset talveentumiseen vaikuttavat olosuhteet (lämpö, valo, vesi) ja taimen alkuperä. Tutkimustulosten perusteella ei ole siten voitu antaa selkeitä kuiva-ainepitoisuuden raja-arvoja, joiden perusteella taimierän varastointikelpoisuus olisi suoraan määritettävissä. Koska kullakin taimierällä on oma kasvatushistoriansa, on mittauksissa seurata

tava kunkin kasvatuserän kuiva-ainepitoisuuksien kehittymistä ja pääteltävä tapauskohtaisesti, milloin arvot ovat vakiintuneet tietylle tasolle. Esimerkiksi Ruotsissa on pidetty männynllä 31 %:n ja kuusella 32–34 %:n kuiva-ainepitoisuuksia osoituksena riittävästä talveentumisesta.

Pakkaskestävistä versoista mitatut korkeat kuiva-ainepitoisuudet, eivät välttämättä kuvasta juurten pakkaskestävyyttä. Kun halutaan varmistua juurten pakkaskestävyydestä, on kuiva-ainepitoisuusmittaukset tehtävä juurista erikseen.

ALTISTUSKOKKEET

Pakkastesti on kuiva-ainepitoisuuden määrittämistä vaativampi menetelmä taimierän karaistumisen mittaamiseksi. Testien suorittamista varten tarvitaan pakkaskaappi, jossa testattavat taimet (versot ja/ tai juuristo) voidaan kontrolloidusti altistaa halutuille pakkasasteille. Pakkastestien suorittamisessa on oleellista, että lämpötilaa lasketaan ja vastaavasti nostetaan riittävän hitaasti, esim. 5 °C/tunti. Liian rajut lämpötilan muutokset aiheuttavat aina ylimääräisiä soluvaurioita. Pakkastestissä taimiin syntyneet solukkovauriot voidaan joko suoraan mitata, esimerkiksi ionivuotomenetelmällä (EC= electrolytic conductance), tai taimien kunto voidaan selvittää kasvatuskokeissa seuraamalla verso-oireita tai juurten kasvupotentiaalia (ns. RGC-testi, root growth capacity).

PAKKASTESTIEN TULOKSET

IONIVUOTOMENETELMÄLLÄ

Ionivuotomenetelmä perustuu siihen, että vaurioituneista kasvisoluista vuotaa ulos ioneja. Laboratoriossa tehtävässä määrittämisessä testitaimia pidetään vesiliuoksessa, johon vaurioituneista soluista vapautuneet ionit kerääntyvät. Vesi-

liuksessa olevien vapautuneiden ionien määrä voidaan mitata suoraan liuksen sähköjohtokykyä. Suuret lukuarvot kuvastavat pahoja soluvaurioita.

Ionivuotomenetelmä antaa nopeasti suhteellisen luotettavan kuvan vaurioiden määrästä. Luotettavuuteen vaikuttaa luonnollisesti se, miten hyvin testiin poimitut näyte-taimet edustavat koko kasvatuserää. Ruotsissa ja Yhdysvalloissa on muutama laboratorio, jotka maksullisena palveluna testaavat pakkas-käsittelyin ja sitä seuraavin ionivuotomittauksin taimitarhojen lähettämiä näytteitä. Suomessa tällaisten testien käyttö on rajoittunut pelkäs-tään tutkimukseen.

Ruotsissa ionivuotomenetelmään perustuvissa rutiinimittauksissa tes-titaimien latvat altistetaan $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteeseen. Altistuksen jälkeen mi-tataan ionivuotoa kuvaavat luku-arvot pakkastestatuista taimista ja myös vastaavan taimierän pakasta-mattomista kontrollitaimista. Mikäli

näiden kahden taimiryhmän ioni-vuotoa kuvaavien lukuarvojen ero-tus on hyvin suuri, taimien ei katso-ta kestävä varastointia.

JUURTEN KASVUPOTENTIALITESTI

Ionivuotomenetelmällä pakkastes-tin tulokset selvittää muutamassa päivässä, kun taas kasvatustestit vie-vät muutaman viikon (suositus vä-hintään kolme viikkoa). Taimien laadun ja kunnan mittaamiseksi on käytetty myös juurten kasvupoten-tiaalitestiiä. Juurten kasvun seura-miseksi hiekkaan upotetut taimet kasvatetaan vakio-olosuhteissa määrätyn ajan, minkä jälkeen juuri-paakusta ulos hiekkaan kasvaneiden uusien valkoisten juurien määrä ja pituus voidaan laskea.

Lähes kaikki käytettävät taimien kuntomittarit ovat joko aikaavieviä (kasvatustestit ja RGC-testi) tai taiminäytteitä tuhoavia (ionivuoto-testi). Nämä menetelmät eivät siksi

sovellu käytettäväksi taimien lajitte-lun yhteydessä, vaan niiden avulla voidaan ainoastaan muodostaa yleiskuva kunkin taimierän kunnos-ta. Lajittelun avuksi kaivataan edel-leen menetelmää, jonka avulla voi-taisiin helposti ja nopeasti erotella paleltuneet ja kelvottomat taimet.

KIRJALLISUUUTTA:

- Lindström, A. 1994. Snökanon mot köldskador. Skog&Forskning 2/94:20–25.
Lindström, Anders ja Nyström, Christer 1994. Elektrolytisk konduktans – ett sätt att bedöma frystolerans och lagringsbarhet hos skogsplantor. Plantnytt 1994:4.
Lindström, Anders ja Nyström, Christer 1995. Rotskador på täckrotsplantor – effekter av långtidssexponering för låga temperaturer. Plantnytt 1995:6
Luoranen, J. 1997. Taimien karaistumisen seuranta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 650:45–56.
Nyström, Christer 1995. Lagringsbarhet – en jämförelse mellan långnatts- respektive obehandlad tall. Plantnytt 1995:4.

MERIA NIEMINEN
UPM-KYMMENEN, JOROINEN

JOROISTEN TYKKILUMIKOKEILUN TULOKSET

UPM-Kymmenen taimitarhalla Joroisissa tykitettiin syksyllä 1997 koe-erä kuusen paakkutaimia (Taimiuutiset 1). Lumetuksella pyrittiin välttämään syksyllä tapahtuva suuralustojen alaslasku ja keväällä ennen kasvukauden alkua tapahtuva ylösnosto.

Lumen tekemisessä tarvittu vesi pumpattiin suoraan kastelualtaasta.

Ennen lumetuksen aloitusta vettä jäädytettiin n. $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteiseksi jää-hallilta ajettulla jäämurskeella. Vettä lumitykille syötettiin pumpulla, jonka tuotto oli 7–8 m³/tunnissa. Tykki oli lumetuksen ajan traktorin peräkärjellä. Lumetus tehtiin 27–28.10, jolloin luonnonlunta oli sa-tanut n. 2 cm. Lumetusta aloitetta-essa iltapäivällä pakkasta oli $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja yöllä enimmillään $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Lunta tykitettiin 2 000 m² alu-eelle keskimäärin 40 cm:n kerros. Osalle aluetta tehtiin jopa 50–60 cm:n kerros. Talven mittaan luonnonlunta kertyi tykkilumen päälle 40–50 cm. Tykkilumi kesti hyvin talviset lämpöjaksot.

Keväällä 9.4 kylvettiin tykki-lumen päälle ohut kerros puun-tuhkaa jouduttamaan lumen sula-mista. Lumi sulii koekentän päältä n. 2 viikossa ja alta paljastui tasai-sen tummanvihreä taimimatto, jon-ka lumi oli painanut pelottavan näköisesti kantojen pintaa vasten. Muutamassa päivässä koko taimi-kasvusto nousi pystyyn ja paakut sulivat nopeasti pakkauskuuntoon. Mitään tauteja, tuhoja tai väri-muutoksia ei lumetetuissa taimissa esiintynyt, ja aktiivisia juurenkärkiä

alkoi ilmestyä paakkuihin välittömästi sään lämmettyä. Lumetut taimet olivat keskimäärin 18–20 cm:n pituisia 1-vuotiaita kuusia.

Suurin yksittäinen kustannus koelussa oli tykin vaatiman vesipumpun nouto, vuokraus ja palautus hiihtokeskukselle. Tykinvuokra, lumetustyö ja konsulttiapu olivat ulkopuolisen traktoriurakoitsijan taimitarhatyösäkin laskuttamaa tasoa.

Lumetuskokeilun tulokset ovat olleet rohkaisevia ja toteutus ilman erityistä kiinteää lumetusjärjestelmää onnistuu kohtuullisen pienellä lisätyöllä. Mikäli lumesta halutaan tehdä jokavuotinen 'taimivarasto', tulee miettiä kiinteän lumetusjärjestelmän rakentamista.

- Merja Nieminen
- UPM-Kymmene Metsä
- PL 5
- 79601 Joroinen



KUVA. KEINOLUMEN ALASPAINAMAT KUUSENVERSOT NOUSIVAT YLÖS JA LÄHTIVÄT HYVÄÄN KASVUUN.

TARMO NÖREN
METSÄTYLLILÄ OY, MÄNTYHARJU

HYBRIDIHAAPA – UUSI METSÄN JALOPUU

Haapa on valoa vaativa nopeakasvuinen pioneeripuuna, jolla hede- ja emikukinnot ovat eri puissa. Hybridihaapa on kotimaisen haavan (*Populus tremula*) ja pohjois-amerikkalaisen haavan (*Populus tremuloides*) välinen risteytys.

Metsänjalostussäätiö aloitti maasamme 50-luvulla hybridihaavan risteytyksen. Silloin perustetut hyb-

ridihaapaviljelykset ovat jo osittain päätehakatut. Hybridihaapa on todella nopeakasvuinen, sillä taimet voivat kasvaa pituutta jopa yli kolme metriä vuodessa. Eräistä 30 vuotiaista hybridihaapametsiköistä on hakattu yli 400 kuutiometriä puuta hehtaarilta.

Hybridihaavan viljely ja taimikasvatus on viime aikoina saanut

uutta tuulta purjeisiinsa, kun Metsäliitto on panostanut sen jalostamiseen yhdessä Metsänjalostussäätiön kanssa valitsemalla Suomessa kasvavista hybridihaavoista noin 30 kasvultaan ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan parasta emopuuta. Näistä on Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksessa tehty mikrolisäysaloitukset. Taimikolmiolla on taimien kasvatussopimus Metsäliiton kanssa. Taimien mikrolisäystä aliuurakoitsijoina tekevät Metsätyllilä Oy ja Bio-Taimi Oy.

Hybridihaavan taimien mikrolisäys on erittäin vaativaa, joka kasvatusvaiheessa. Herkimmillään taimet ovat laboratorion muovihuoneeseen siirron yhteydessä.

Hybridahaapa on puuntuotokseltaan ylivoimainen tavalliseen haapaan verrattuna. Tulevaisuudessa haapa näyttäisi olevan ainoa kotimainen puulaji, joka paperinvalmistuksessa pystyy kilpailemaan ulkomaisten puulajien, eukalyptuksen ja akaasian, kanssa. Haavan paperitekniset ominaisuudet, kuten vaaleus, vaaleuden pysyvyys ja läpinäkymättömyys, ovat ylivertai-

sia muihin puuihin verrattuna. Lisäksi teollisuuden käyttämiä valkaisukemikaaleja tarvitaan huomattavasti vähemmän, joten haavan ympäristökuormitus muihin puuihin verrattuna on vähäinen.

Taimien kysyntä on kokeilujen jälkeen selvästi lisääntynyt: vuonna 1997 istutettiin sopimusviljelyksiä 10 hehtaaria ja vuonna 1998

päästään jo 100 hehtaariin. Haapaa on pidetty metsissämme miltei roskapuuna. Jos istutuksissa taimet saadaan hyvin suojattua myyrä- ja hirvituhoilta, voi hybridahaavasta tulla uusi metsiemme jalopuu.

- Tarmo Norén
- Metsätyllillä Oy
- Karhulantie
- 52700 Mäntyharju

VÄITÖSKIRJOJEN LYHENNELMIÄ

YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN VAIKUTUS KUUSEN SIEMENTEN HORROKSEEN, ELINVOIMAISUUTEEN JA ITÄMISEEN

*Kari Leinonen
Helsingin yliopisto, ekologian laitos*

Kirjoitus perustuu väitöskirjatyöhön, jossa analysoitiin kokeellisesti ympäristötekijöiden vaikutusta kuusen siementen horrokseen ja elinvoimaisuuteen eli siementen kuntoon. Nämä siementen sisäiset tekijät vaikuttavat siihen, itääkö siemen tietyissä olosuhteissa, kuoleeko se vai jääkö se horrokseen sekä siihen, kuinka kauan itämiseen kuluu aikaa.

SYSSHORROS

Syys- ja talvikerättyjen siementen itämisnopeuksien vertailu osoitti, että syyskerätty siemenet olivat horroksessa, joka purkautui talvehtimisen aikana. Syyskerättyjen siementen horros ei kuitenkaan purkautunut varastossa erilaisissa lämpö- ja kosteusolosuhteissa. Itämisnopeuden lisääntyminen talvehtimisen aikana saattoi johtua myös sie-

menten kypsymisen myötä lisääntyneestä elinvoimaisuudesta. Tutkimustulos, että talvella kerätyt siemenet kestivät paremmin kylmäkäsitelyä kuin syyskerätyt, tuki tätä päätelmää. Kylmäkäsitelyllä eli vilutuksella tarkoitetaan siementen säilyttämistä kosteina viiden asteen lämpötilassa kolmen viikon ajan. Elinvoimaisuustestit osoittivat kuitenkin, että kävyissä talvehtiminen laski siementen kuntoa mieluummin kuin lisäsi sitä.

VALORIIPPUVUUDEN JA ELINVOIMAISUUDEN MUUTOKSET

Siementen itämisen valoriippuvuus lisääntyi sekä kävyissä talvehtimisen että kuivavarastoinnin (5%:n vesipitoisuus) aikana. Idätystestin aikana annettu valo purki tehokkaasti tämän horroksen. Valon vaikutus voitiin osittain korvata kylmäkäsitelyllä. Korkeahkossa kosteudessa (11%:n vesipitoisuus) pimeässä varastoidut siemenet itivät hitaasti ja epätäydellisesti. Näihin siemeniin oli syntynyt horros, jota ei voitu purkaa valokäsittelyllä, vaan siemenet tarvitsivat sekä kylmäkäsitelyä että valoa itääkseen.

Varastointi olosuhteet vaikuttivat myös siementen elinvoimaisuuteen. Testien perusteella varastointilämpötilan lisääntyminen 5 °C:sta 12 °C:een laski siementen elinvoimaisuutta vähemmän kuin vesipitoisuuden lisääntyminen 6 %:sta 11 %:iin. Lämpötilan ja kosteuden yhteisvaikutus laski voimakkaasti siementen kuntoa.

teen. Testien perusteella varastointilämpötilan lisääntyminen 5 °C:sta 12 °C:een laski siementen elinvoimaisuutta vähemmän kuin vesipitoisuuden lisääntyminen 6 %:sta 11 %:iin. Lämpötilan ja kosteuden yhteisvaikutus laski voimakkaasti siementen kuntoa.

VALOKÄSITELLYT SIEMENET ITÄVÄT PIMEÄSSÄ

Punaisella valolla (660 nm) tehty esikäsitely lisäsi siementen itävyyttä pimeässä. Esikäsitelyn vaikutus tehostui asteittain, kun siementen vesipitoisuus lisääntyi 5 %:sta 20 %:iin. Kuitenkin myös kuivat (5–8 %:n vesipitoisuus) siemenet olivat herkkiä valolle. Punaisen valon vaikutus voitiin kumota säteilyttämällä siemeniä pitkäaaltoisella punaisella valolla (730 nm).

OLOSUHTEET VAIKUTTAVAT ITÄMISEEN

Sekä siemenhorroksen että elinvoimaisuuden ilmeneminen riippuu idätysolosuhteista. Horrostavat siemenet jäävät itämättä tai itävät hitaasti matalissa ja korkeissa idätyslämpötiloissa toisin kuin siemenet, joiden horros on purkautunut. Horroksen purkautuminen siis laajen-

taa itämisen lämpötila-aluetta. Täten talvehtimisen, varastoinnin, valon ja kylmäkäsitteilyn vaikutukset siemenhorrokseen ilmenevät selvemmin matalissa kuin optimaalisissa idätyslämpötiloissa. Itävyyden lasku voi olla merkki myös siemenen heikosta elinvoimaisuudesta. Huonokuntoiset siemenet itävät hitaasti tai menettävät itävyytensä hyväkuntoisia nopeammin stressaavissa idätysolosuhteissa. Yksityiskohdasta tietämystä ympäristötekijöiden vaikutuksesta siemenhorroksen ja elinvoimaisuuden vaihteluun eri siemenpopulaatioissa tarvitaan mm., jotta voidaan paremmin ymmärtää syitä tiettyjen kuusen siemenerien epätasaiseen itämiseen taimitarhoilla ja maastokylvöissä.

Leinonen, Kari 1998. *Picea abies* seed ecology: effects of environmental factors on dormancy, vigor and germination. Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 18:1—56. (sisältää viisi osajulkaisua)

- Kari Leinonen
- Helsingin yliopisto
- Metsäekologian laitos
- PL 24,
- 00014 Helsingin yliopisto
- Kari.A.Leinonen@helsinki.fi

HAVUPUUN TAIMIEN SOPEUTUMINEN ALHASEEN LÄMPÖTILAAN KASVUKAUDEN ALUSSA JA LOPUSSA

Aija Ryyppö
Joensuun yliopisto, metsätieteellinen
tiedekunta

Väitöskirjatyössä tutkittiin kasvualustan lämpötilan vaikutusta männyn (*Pinus sylvestris* L.) ja kuusen (*Picea abies* Karst.) taimien kasvuunlähdtön keväällä sekä männyn taimien talveentumista (karaistumista) syksyllä, ja pakkasvaurioita neulasissa ja juuristossa. Väitöskirjatyössä, jonka painopiste oli juur-

istotutkimuksissa, käytettiin neste-
viljelytekniikkaa sekä kasvifysiologia, biokemiallisia ja sähköfysiologisia mittausten menetelmiä.

KEVÄÄLLÄ JUURTEN KASVU ON SITÄ NOPEAMPAA, MITÄ KORKEAMPI ON KASVUALUSTAN LÄMPÖTILA

Keväisen kasvuunlähdtön aikaan uusia juurenkärkiä muodostui jo 5 °C:ssa, mutta kynnyslämpötila juurten kasvulle, ts. juurenkärkien pitenemiselle, oli korkeampi, 8–12 °C. Juurten kasvu oli sitä nopeampaa, mitä korkeampi oli kasvualustan lämpötila. Kasvualustan kylmyys heikensi taimien vedenottoa keväisen kasvuunlähdtön aikana. Kun kasvualusta on kylmä, veden korkea viskositeetti ja hidas juurten kasvu vaikeuttavat taimien vedenottoa. Näissä olosuhteissa vedenottoa saattoi myös heikentää tiettyjen suveentumiseen liittyvien rakenteen ja toiminnan muutosten esytyminen juurisolujen solukalvoissa. Versossa vedenoton hitaus ilmeni neulasten ilmarakojen osittaisena sulkeutumisenä. Ilmarakojen sulkeutuminen hidasti taimien nettofotosynteesiä, mikä puolestaan vähensi verson kasvua.

KEVÄÄLLÄ MATALA KASVUALUSTAN LÄMPÖTILA HEIKENTÄÄ TAIMIEN TYPENOTTOA

Matala kasvualustan lämpötila esti vedenoton lisäksi myös typenottoa ja kuljetusta kasvavaan versoon, ja tällöin kasvu tapahtui taimen vanhojen typpireservien turvin. Runsa ravinteisen kasvualustan tyyppiä kyettiin hyödyntämään vain silloin, kun kasvualustan lämpötila oli niin korkea, että juurten protonipumpun (H⁺-ATPaasi) toiminta heikkeni vanhoissa juurissa kasvukauden edetessä. Tämä alenema korvattiin kasvavien juurten korkealla entsyymiaktiivisuudella, mikä myös osoitti, että uusien juurien muodostuminen oli edellytys tehokkaalle ravinteidenotolle.

SYKSYLLÄ JUURISTON KARAISTUMISEN EDELLYTYS ON KASVUALUSTAN MATALA LÄMPÖTILA

Männyn taimien karaistumista tutkittiin pakkastein. Kasvukauden päättyessä rangan ja juurten karaistumisen edellytys oli matala lämpötila, mutta neulasten karaistuminen alkoi jo aikaisemmin, kun päivänpituutta lyhennettiin ennen lämpötilan alentamista. Tällöin lievä pakkasvaurio, joka vaikutti solukalvon protonipumpun toimintaan, ja joka valomikroskopian tasolla havaittiin myös vähäisinä muutoksina neulasoluissa, ei vaikuttanut taimien nettofotosynteesiin. Tämäntasoinen pakkasvaurio korjautui, mutta pakkasvauriot, jotka heikensivät taimien nettofotosynteesiä, olivat rakennetasolla palautumattomia.

JUURISTON PAKKASKESTÄVYYS ON HEIKOMPI KUIN VERSION PAKKASKESTÄVYYS

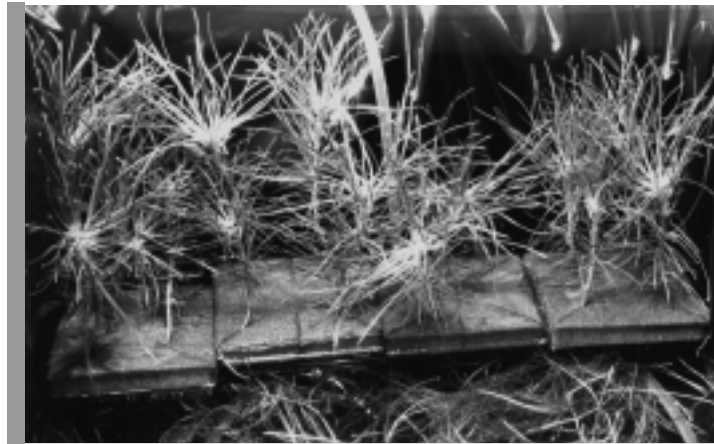
Juuriston pakkaskestävyys oli huomattavasti heikompi kuin version pakkaskestävyys. Lisäksi hienojuurit vaurioituiivat herkemmin kuin puutuneet juuret. Koska vauriot juurisoluissa olivat palautumattomia, taimet toipuivat osittaisesta juuriston pakkasvaurioista vasta seuraavana keväänä uutta juurimassaa tuottamalla. Jos pakkasvaurio ei vahingoittanut neulasia, juuristovaurio näkyi versossa vasta keväällä kasvuunlähdtön aikaan. Tällöin lievä juuriston pakkasvaurio heikensi verson kasvua, mutta vakavampi juuristovaurio ilmeni version kuivumisena.

Taimitarhoilta kevätistutuksiin myytävien männyn paakutaimien kunto määritetään usein silmämääräisesti version ulkonäön perusteella. Kuitenkin juuriston pakkasvauriot yleensä näkyvät maanpäällisissä kasvinosissa vasta version kasvun alkaessa, jolloin taimet on jo ehditty istuttaa uudistusalolle. Männyn taimi voi korjata juuristovauriot vain jos se kykenee kasvattamaan uusia

juuria. Jos maan lämpötila istutuksen jälkeen on matala, saattaa juuriston kasvu estyä. Uudistusalueella heikkojuurinen taimi kasvaa huonosti tai jopa menehtyy kuivuuteen istutusta seuraavan kasvukauden aikana.

Ryyppö, Aija. 1998. Temperature acclimation of Boreal conifer seedling at the beginning and end of the growing season. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 37 s. (sisältää viisi osajulkaisua).

- Aija Ryyppö
- Metsätieteellinen tiedekunta
- Joensuun yliopisto
- PL 111
- 80101 Joensuu



NESTEVIJELYSSÄ KASVAVIA MÄNNYNTAIMIA.

YKSITUMAINEN RHIZOCTONIA-SIENI HAVUPUUNTAIMIEN JUURILAHOTTAJANA

Ari Hietala
Helsingin yliopisto, kasvibiologian
laitos

Kirjoitus perustuu väitöskirjatyöhön, jossa keskityttiin selvittämään juurilahoja aiheuttavan ns. yksitumaisen *Rhizoctonia*-sienen elintapoja.

TAUSTATIETOA

Termi "laho" viittaa kasvimateriaalin hajoamiseen toisnavaisten eliöiden toimesta. Luonnossa kuolleeseen kasvimateriaalin lahoaminen on aivan välttämätön osan ravinteiden kiertokulussa, ja siitä vastaa pääasiassa sienet. Kasvimateriaalissa elävät sienet voidaan karkeasti jakaa parasitteihin eli loisiin ja saprofyytteihin eli mädänsyöjiin. Loiset tunkeutuvat elävään kasvisolukkoon ja osa niistä jatkaa elämänsä tappamassaan solukossa, kun taas mädänsyöjä sienet asuttavat vasta kuollutta solukkoa (esim. pakkasvioletukset), eivätkä siis ole varsinaisesti taudinaiheuttajia.

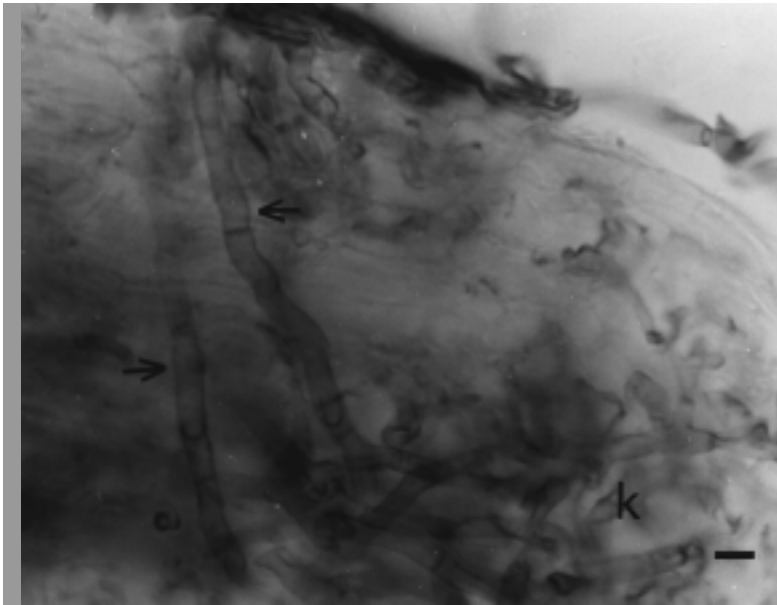
Suomen ja Norjan taimitarhoilla on viimeisten 15–20 vuoden aikana tavattu ajoittain hyvinkin runsaasti juurilahoja männyllä ja kuusella sekä paljasjuurisilla taimilla että paakku-tuotannossa. Taudin oireita ovat verson kasvun taantuminen, usein neulasten kellastuminen ja juuriston osittainen tai täydellinen kuolema. Sairaista taimista on löydetty useita eri sienilajeja, jotka ovat laboratorio-oloissa tehdyissä kokeissa heikentäneet juuriston kasvua. *Rhizoctonia*-sieni oli osoittautunut kaikkein voimakkaimmaksi taudinaiheuttajaksi sekä Suomessa että Norjassa aiemmin tehdyissä kokeissa.

YKSITUMAINEN *RHIZOCTONIA*- SIENI TAUDINAIHEUTTAJANA

Yksitumainen R-sieni iskeytyy juuristoon juurten kärkien kautta. Juuren kärjessä muodostuvat juurieritteet houkuttelevat sienirihmaa kasvamaan juuren kärkeä kohti. Juuren kärjen päälle sieni kasvattaa juurieritteiden tarjoaman energian turvin runsaan sienirihmastovaipan, jonka alle muodostuvien ns. penetraatorihmojen avulla sieni tunkeutuu juuren sisälle. Juuren kärjessä R-sieni tuhoaa kasvusolukon, jolloin ko. juuren kasvu estyy (ks. kuva 1). Juuren kärjen kautta sieni pää-

see keskuslieriöön, jonka sisällä se leviää juuren tyvää kohti lahattaen samalla johtosolukkoa. Tekemieni havaintojen perusteella R-sieni ei pysty iskeytymään lepotilassa oleviin juuriin, koska sienirihmat eivät kykene läpäisemään lepotilaisen juuren kärkikasvupistettä suojaamaan kehittyntä korkkiutunutta solukerrosta. Laboratorio-oloissa tämä sieni saastuttaa tehokkaasti juuria myös hyvinkin kuivassa maassa. Tästä voidaan päätellä, että yksitumaisen R-sienen iskeytyminen ei edellytä korkeaa vesipitoisuutta kasvualustassa. Tämän sienen saastuttama juuristo on kohtuullisen helppo tunnistaa luonteenomaisen ulkonäön nojalla (ks. kuva 2).

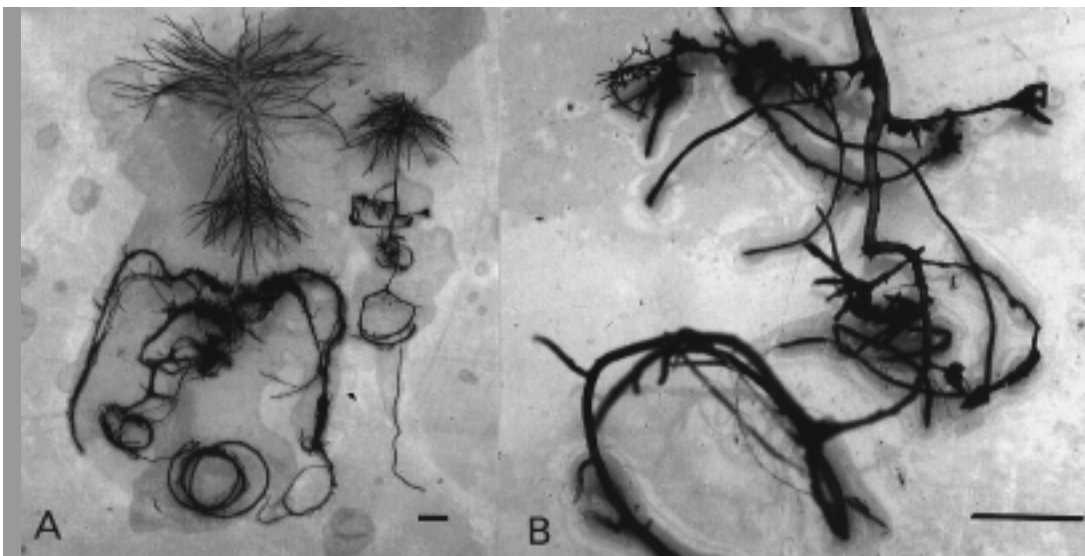
Sienet leviävät luonnossa kahdella eri tavalla, joko sienirihmaston kasvun myötä tai sieni-itiöiden välityksellä. Sienirihmaston kasvunopeus vaihtelee sienilajista ja olosuhteista riippuen. Yksitumainen R-sieni on verrattain nopeakasvuinen, ja sen sienirihma voi suotuisissa oloissa kasvaa pituutta lähes 1 cm vuorokaudessa. Tämä kuulostaa ehkä vähäiseltä, mutta tiheissä kylvökissä ja taimilaatikoissa sienirihmasto leviää tällä nopeudella varsin tehokkaasti taimesta toiseen. Yksitumainen R-sieni muodostaa



KUVA 1. YKSITUMAISEN *RHIZOCTONIA*-SIENEN RIIHMOJEN TUNKEUTUMINEN JUURENKÄRKEEN (OSOITETTU NUOLILLA) JA SIENIRIHMOMOJEN VALTAAMA KÄRKIKASVUSOLUKKO (K) (MITTATIKKU 0.01 MM).

myös ilmavirtojen mukana leviäviä itiöitä, mutta taimitarhoilta sienien itiöemiä ei toistaiseksi ole havaittu, mikä saattaa kylläkin johtua tämän sienien itiöemän hyvin vaatimattomasta koosta ja siten vaikeasta havaittavuudesta.

Taimitarhojen käyttämästä säkkeihin pakatusta turpeesta ei yksitumaista R-sientä ole tavattu, joten paakkutaimien juuristossa esiintyessään sieni on mitä ilmeisimmin lähtöisin alusmaasta. Yksitumainen R-sieni muodostaa runsaasti ns. rihmastopakkoja, jotka ovat tämän sienien lepyksiköitä. Soluseiniensä paksuuden ansiosta pakat säilyvät elinkykyisinä maassa talven yli ja itävät juurieritteiden houkuttelemana seuraavana kasvukautena muo-



KUVA 2. YKSITUMAISELLA *RHIZOCTONIA*-SIENELLÄ KEINOLLISESTI SAASTUTETUN MÄNNYNTAIMEN JUURISTON RAKENNE (MITTATIKUT 2 CM). 2A: TERVE KONTROLLITAIMI (VAS.) JA SAASTUTETTU TAIMI (OIK.). TAIMI SAASTUTETTIIN 7 VIIKON IKÄISENÄ, KOE PURETTIIN 5 KK SAASTUTUKSEN JÄLKEEN. 2B: LÄHIKUVA SAASTUTETUN TAIMEN JUURISTOSTA. *RHIZOCTONIA*-SIENI ISKEYTYY ENNEN KAIKKEA PÄÄJUUREN JA SIVUJUURTEN KÄRKIEN KAUTTA, LYHYTJUURET SÄILYVÄT USEIN KOSKEMATTOMINA. TAIMEN JUURISTOSTA MUODOSTUU RAKENTEELLISESTI TORSO, KUN JUURISTON LEVIÄMISESTÄ VASTAAVIEN JUURTEN KASVU TYREHTYY. SAIRASTUNEEN TAIMEN JUURISTON KOKO RIIPPUU PITKÄLTI SIITÄ, MISSÄ IÄSSÄ SE ON SAASTUNUT; JUURISTON KEHITYKSEN VARHAISVAIHEESSA SAIRASTUNEIDEN TAIMIEN JUURISTOSTA SAATTAVAT SIVUJUURET PUUTTUA LÄHES KOKONAAN. *RHIZOCTONIA*-SIENEN SAASTUTTAMASSA JUURISTOSSA ON TYYPILLISESTI VARSIN NIUKASTI KASVAVIA JUURIA (KASVUKAUDEN AIKANA KASVAVA JUURENKÄRKI ON VAALEA) JUURENKÄRKIEN OLLESSA PÄÄSÄÄNTÖISESTI VOIMAKKAASTI TUMMUNEITA SIENIRIHMASTOSAASTUNNAN VUOKSI. SAASTUNEESSA JUURISTOSSA NÄKYYPÄ TYYPILLISESTI MYÖS JUURIA, JOISTA PUUTTUU KÄRKI, KOSKA SIENI ON SEN EHTINNYT LAHOTTA A POIS.

dostaen uutta sienirihmastoja. Maahan jäävä kuollut kasvimateriaali lisää näiden rihmastopahkojen muodostumista, mikä korostaa hyvän taimitarhahygienian merkitystä tämänkin sienien torjunnassa.

JUURILAHON TORJUNTA

Yksitumaisen R-sienen aiheuttaman juurilahon torjuntaa käsitellään tässä lehdessä ilmestyvässä erillisessä artikkelissa, joten tarkastelen torjuntaa lähinnä periaatteellisella tasolla. Metsäntutkimuslaitoksessa tekemiemme havaintojen nojalla juurilahotautia esiintyy säännöllisesti tietyillä taimitarhoilla, kun taas useilla taimitarhoilla juurilaha ei ole sanottavasti esiintynyt. *Rhizoctonia*-sienten lisäksi juurilaha taimitarhoillamme aiheuttavat lähinnä eräät leväsieniin kuuluvat sienet (*Pythium*- ja *Phytophthora*-sienet).

Sienitaudin kohdalla järkevien torjuntatoimien valinta edellyttää eri lajien elintapojen hyvää tuntemusta. Ensiarvoisen tärkeitä tietoja ovat mm. sienien leviämistapa ja -aika sekä ko. sientä mahdollisesti suosivat ympäristöolot. Leväsienet leviävät ennen kaikkea maahuokosten vapaassa vedessä uivien parveilutiöiden avulla. Parveilutiöiden muodostuminen ja leviäminen edellyttää korkeaa vesipitoisuutta kasvualustassa.

Primäärinen *Rhizoctonia*-sienisaastunta heikentää juuriston vedenottookykyä, jolloin juuristoa ympäröivän maan vesipitoisuus nousee helposti pysyvästi yli kynnyksarvon, joka suosii leväsienten leviämistä. Tämän vuoksi nämä leväsienet esiintyvät usein yhdessä samassa juuristossa *Rhizoctonia*-sienen kanssa "täydentäen" tämän aiheuttamaa tuhoa. Tässä tapauksessa torjuntatoimet tulisi suunnata ennen kaikkea *Rhizoctonia*-sientä vastaan, jolloin seuraustuhoiltakin vältytään. Leväsienisaastunta esiintyy kuitenkin usein yksinään ilman *Rhizoctonia*-sientä.

Juurilaha aiheuttava *Rhizoctonia*-sieni ja leväsienet eroavat sekä

elintavoiltaan että esim. torjunta-aineiden sietokyvyltään suuresti, joten torjuntatoimet on siten aina ratkaistava tapauskohtaisesti. Tuhojen ennaltaehkäisemisen lähtökohta "kroonikkotarhoilla" on primäärisen taudinaiheuttajan selvittäminen. Nyt tehty tutkimus antaa mielestäni verrattain hyvät valmiudet *Rhizoctonia*-peräisen juurilahon tunnistamiseen, mutta puhtaasta leväsienisaastunnasta ei meillä ole samalla tavalla dokumentoitua tietoa. Vähiäisten omakohtaisten havaintojeni nojalla arvioisin, että leväsienensaastuttamien taimien juuristo on usein rakenteellisesti aika lailla normaali, mutta koko juuristo on yleensä kuollut juurenniskaa myöten. Tähän kysymykseen kaivattaisiin mielestäni ripeästi lisävalaistusta, mikä edellyttää jatkossa ongelmataimien torjuntaa ja tutkijoiden tiivistä kanssakäymistä.

Hietala, Ari 1998. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. associated with nursery-grown conifer seedlings suffering from root dieback. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 679:1–41 (sisältää viisi osajulkaisua).

- Ari Hietala
- Kasvibiologian laitos/
- metsäpatologia
- PL 28 (Viikki 21)
- 00014 Helsingin yliopisto
- Ari.Hietala@helsinki.fi

ERI KOIVULAJIEN KESTÄVYYS LEHTIRUOSTETTA VASTAAN

Marja Poteri
Metla, Suomenjoen tutkimusasema

Koivunruoste (*Melampsorium betulinum*) infektoi loppukesällä eri koivulajeja. Sieni loisii elävien lehtien sisällä muodostaen lehden alapinnalle keltaisia kesäitiöpesäkkeitä. Ruosteinfektion seurauksena lehdet kuolevat ja varisevat alas enenevästi. Ruosteen vikuuttamat

koivuntaimet talveentuvat heikosti, minkä vuoksi versot ovat arkoja paleltumaan. Vaurioituneisiin versoihin iskevät herkemmin myös toiset taudinaiheuttajat.

KLOONI- JA SIEMENTAIMIA KOKEISSA

Ruostekokeissa käytettiin 1–5 -vuotiaita koivun klooni- ja siementaimia. Kaikkiaan eri kokeissa testattiin 23 rauduskoivun ja kolme hieskoivun alkuperää. Testeissä oli lisäksi siemenestä kasvatettuina taimina japanilainen *B. platyphylla*, pohjoisamerikkalainen *Betula papyrifera* ja pohjoisamerikkalaisen koivun ja rauduskoivun välinen hybridi *B. resinifera* x *B. pendula*. Infektio- kokeissa käytettiin myös mikrolisäyksellä tuotettujen raudus- ja hieskoivujen steriilejä purkkikasvatusvaiheen lehtiä. Kokeissa käytetyt koivunruosteen itiöt kerättiin erikseen raudus- ja hieskoivun lehdistä.

HIESKOIVU KESTÄVÄ RAUDUSKOIVULTA KERÄTTYÄ RUOSTETTA VASTAAN

Rauduskoivulta kerätty ruoste infektoi tutkittuja hieskoivuja hyvin heikosti. Lisäksi raudusruoste aiheutti hieskoivun lehdissä voimakkaita puolustusreaktioita. Puolustusreaktio näkyi hieskoivun lehdissä mustina pisteinä, miltä alueelta lehden solukko ja sieni oli kuollut. Hieskoivulta kerätty ruoste infektoi kaikkia hieskoivuja. Rauduskoivun taimet olivat alttiita sekä raudus- että hiesruosteelle, eikä rauduskoivun lehdissä havaittu silmämääräisessä tarkastelussa hieskoivulle tyypillisiä puolustusreaktioita. Myös ulkolaiset koivut infektoituivat suomalaisilla koivunruostekannoilla.

RUOSTESIENI KASVAA KOIVUNLEHDEN SISÄÄN ALAPINNAN ILMARAKOJEN KAUTTA

Hies- ja rauduskoivuilla kerättyjen ruosteitiöiden itämistä koivun lehtien alapinnalla tutkittiin pyyhkäi-

syelektronimikroskoopilla. Suotuisissa olosuhteissa koivunruosteen itiöt itivät ja infektoivat koivun lehtiä alle 10 tunnissa. Eri ruostekantojen itiöt kasvoivat lehden alapinnalla olevien ilmarakojen kautta lehden sisään. Infektio tapahtui samalla tavoin sekä hies- että rauduskoivun lehdillä huolimatta siitä, että hieskoivulla lehtisolujen ja ilmarakojen koko on suurempi kuin rauduskoivulla. Ruosteitiöt pystyivät kiinnittymään ja itämään myös mikrolisäysvaiheessa olevien steriilien lehtien pinnalla.

RAVINTEET JA LEHDEN IKÄ VAIKUTTAVAT RUOSTEEN MÄÄRÄÄN

Ulkona kasvatetuilla rauduskoivun kloonitaimilla runsas lannoitus lisäsi ruostetta, joskaan kaikkien kloonien ruosteherkkyyteen ravinnelisäys ei vaikuttanut samansuuntaisesti. Verrattaessa kasvihuoneessa ja ulkona kasvatettujen koivuntaimien lehtien ravinnetasoja (ty-

pen, hiilen, valkuaisaineiden ja viherhiukkasten määrää sekä hiili-typipi-suhdetta) olivat kaikki arvot suuremmat ulkona kasvaneilla taimilla kuin vastaavilla kasvihuoneessa kasvatetuilla taimilla, koivulajista riippumatta. Koivujen ruostealttiuden ja lehtien ravinnetasojen välillä ei kuitenkaan löydetty riippuvuutta. Lehden ikä vaikutti ruosteen määrään. Kokeessa, jossa keinotekoisesti saastutettiin peltoon istutettuja raudusklooneja, oksan kärjessä oleviin nuoriin lehtiin kehittyi enemmän ruostetta kuin verson vanhempiin lehtiin.

LEHDENPALAMENETELMÄLLÄ TESTATAAN RUOSTEENKESTÄVYYTTÄ LABORATORIOSSA

Rauduskoivuklooneilla tehdyn kokeen perusteella laboratorioissa käytetty lehdenpalamenetelmä antaa luotettavan kuvan ulkona luonnonolosuhteissa kasvavien taimien ruosteenkestävyydestä. Ruostetes-

teihin käytettävien koivuntaimien lannoituksen on kuitenkin vastattava ravinnetasoa, jossa koivuja normaalisti kasvatetaan.

Poteri, Marja. 1998. Screening of birch, *Betula* spp. for rust resistance to *Melampsorium betulinum*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 689:1-45 (sisältää viisi osajulkaisua).

Julkaisua saa Suonenjoen tutkimus-
asemalta.

METSÄTAIMITARHAPÄIVÄT 8-9.2.1999 JYVÄSKYLÄSSÄ HOTELLI PRIIMUKSESSA

TAIMITARHAPÄIVIEN OHJELMA
LÄHETETÄÄN TAIMITUOTTAJILLE
MYÖHEMMIN LOPPUVUODESTA.

- Tiedustelut: Kekkilä Oy, Matti
- Ylikoski 09-2746 0029 tai Suonenjoen tutkimusasema, Marja Poteri
- 017- 513 811.

MARIA POTERI
METLA, SUONENJOEN
TUTKIMUSASEMA

TAIMITUOTANTOA POHJOIS- AMERIKAN LUOTEISRANNIKOLLA

Toukokuussa minulla oli tilaisuus tutustua luoteisrannikon taimituotantoon sekä paikallisiin järjestelyihin, joiden avulla taimi- ja taimitarhatutkimustietoa siirretään taimienkasvattajille ja -käyttäjille. Tässä joitakin retkeltä tekemiäni havaintoja.

Pohjois-Amerikan luoteisrannikon tuliperäinen maa kasvattaa jättiläiskokoisia puita. Douglaskuusien, lännenhemlokkien ja jättiläis-

tuijien latvat huojuvat 60 metrin korkeudessa Oregonissa, Washingtonissa ja Brittiläisessä Kolumbiassa. Tyyneltä valtamereltä tulevat sumusateet varmistavat sen, että siementen itäminen ja kasvuunlähtö on ripeää; alimmillaan kiertoajat voivat olla 60-70 vuoden luokkaa. Suuri Columbia-joki ja lukuisat muut vesireitit ovat mahdollistaneet jo viime vuosisadan puolella puutavaran laivauksen sisämaassa ja kuljetukset vesiteitse edelleen valta-

merelle. Ei ole siten ihme, että tänne muodostui tärkeä metsätalousalue, jonne aikoinaan hakeutui lännenlokareita vuolemaan vihreää kultaa.

Suuret metsäyhtiöt ovat huomattava metsänomistajaryhmä Yhdysvaltojen puolella Oregonissa ja Washingtonissa, kun taas Brittiläisessä Kolumbiassa provinssi hallitsee valtaosaa alueen metsäpinta-alasta. Vastoin melko yleistä luuloa, on ainakin luoteisrannikon metsänomistajilla velvoite metsänuudistamiseen päätehakkuun jälkeen.

PELTON – SUURIN TAIMITARHA

Pohjois-Amerikan suurin taimitarha sijaitsee Brittiläisessä Kolumbiassa Vancouverin lähellä. Tarha

on yksityinen perheyrittäjä Pelton Ltd., joka työllistää ympäri vuoden 60 henkeä ja ruuhka-aikaan reilusti yli 100 sata henkeä. Yrityksen vuosituotanto on 50 miljoonan taimen luokkaa.

Tarha tuottaa taimia hyvin laajalle alueelle, Brittiläisen Kolumbian rannikolta aina Albertan sisämaan olosuhteisiin. Taimialkuperien välinen suuri vaihtelu asettaa taimierien kasvatukselle erityisvaatimuksia. Taimet karaistaan tarvittaessa lyhytpäiväkäsittelyjen avulla, minkä vuoksi muovihuoneet on varustettu pimennysverhoihin. Pitkän päivän vaativille alkuperille on puolestaan ulkokentällä käytössä valonheittämiä, joiden avulla jatketaan tarvittaessa luonnon valoisaa aikaa.

Taimituotanto on rationalisoitu pitkälle ja tarha kasvattaa pelkääntään havupuiden paakkutaimia. Valtaosa taimista myydään yksivuotiaina. Käytössä on pakkasvarastot, jonne taimet pakataan pahvilaatikoissa. 20 pakkauslinjaa pystyy käsittelemään tarvittaessa yli puoli miljoonaa tainta päivässä.

Uusimmissa muovihuoneissa on käytössä hollantilaisten kasvihuoneviljelijöiden kehittämät automaattiset ohjauksjärjestelmät, joiden avulla voidaan säädellä huoneiden tuuletusta ja lämpötilaolosuhteita sekä säätää lannoitusta ja kastelua.

LEPPÄKERTTUJA JA MYKORRITSAYMPPÄYSTÄ

Taimien lyhyt kasvatusikä mahdollistaa myös torjunta-aineettoman kasvatuksen, jota mainostetaan taimipakkauksien kyljissä tekstillä 'pesticide free'. Muovihuoneissa esiintyvien kirvojen torjumiseksi kokeillaan puutarhureiden käyttämiä leppäkerttuja. Osa asiakaskunnasta haluaa ostaa mykorritsallisia taimia, joten tarhalla on valmiudet tehdä tarvittaessa mykorritsaympäykset kaupallisella sienivalmistuslaitteella.

JOULUPUUBISNES MERKITTÄVÄ LISÄ TARHOILLE

Kanadasta poiketen Yhdysvaltojen puolella paljasjuurituotannon määrä on suurempi kuin paakkutuotannon. Washingtonin osavaltiossa Weyerhaeuser Co. metsäyhtiöllä on huomattavaa taimituotantoa ja myös omaa taimi- ja taimitarhatutkimusta. Yhtiön Rochesterin taimitarha tuottaa paakkutaimia myyntiin ja kouluttavaksi yhtiön muille tarhoille. Tarhan vuosituotanto on 12 miljoonaa tainta, joista merkittävä osa on joulupuutuotantoa. Rochesterin tarhan liikevaihdosta suurin osa muodostuu joulupuubisneksestä, kuten monella muullakin metsätaimitarhalla.

KYLMÄNKESTÄVYYDESTÄ JA IP-TUOTANTOA

Weyerhaeuserilla on oma tutkimuskeskus Centraliassa Washingtonissa. Tutkimuskeskuksessa on tehty urauurtavia taimien kylmänkestävyys-, varastointi- ja karaisututkimuksia. Tutkimuskeskus palvelee yhtiön omia tarhoja taimien kylmätestauksilla, ja samalla tekee myös kaupallisena tilaustyönä muillekin tarhoille taimien pakkastestauksia.

Tutkimuskeskuksessa on myös laboratoriot ja asiantuntijoita, jotka vastaavat yhtiön omasta metsänjalostustyöstä ja kasvinsuojelukysymyksistä. Kasvinsuojeluasioissa yhtiö kouluttaa jatkuvasti tarhahenkilökuntaa. Koulutuksen eräänä tavoitteena on, että yhtiön omilla tarhoilla voitaisiin soveltaa mahdollisuuksien mukaan IP-tuotantoa (Integrated Pest Management) ja vähentää näin kasvinsuojeluaineiden käyttöä minimiin.

STYROBLOCKEJA JA KUPARIPINNOITETTA

Valtaosa paakkutaimista kasvatetaan styrox-kennoissa niin Yhdys-

valtojen puolella kuin Brittiläisessä Kolumbiassakin. Näitä kenoja pidetään kätevinä liikutella ja vahvoina; renkaattoman autonkin saatetaan jättää styrox-kennopinon varaan ilman, että on pelkoa kenojen väsymisestä ja litistymisestä auton painon alla. Kastelun säätely on myös heidän mielestään helpompaa kuin ilmastetuissa kovamuovikenoissa, joissa reuna-arkit yleensä kuivuvat huomattavasti nopeammin kuin keskiarkit.

Juuriston kasvun säätelyä varten käytetään yleisesti kuparipinnoitetta paakkuontelon sisäpinnalla. Kuparimaalatussa ontelossa juuristot muodostuvat tiheiksi, koska kuparipinnoitteeseen kiinni kasvanut juurenkärki kuolee ja korvautuu uudella sivuhaaralla. Toistaiseksi taimitarhat ovat voineet lisätä kuparipinnoitetta itse, mutta tämä vuosi tulee olemaan ainakin Brittiläisessä Kolumbiassa viimeinen, jolloin tarhat voivat itse käsitellä kuparilla. Jatkossa kuparimaalaus tullaan sallimaan ainoastaan valmistajien toimesta.

SAHAJAUHOA

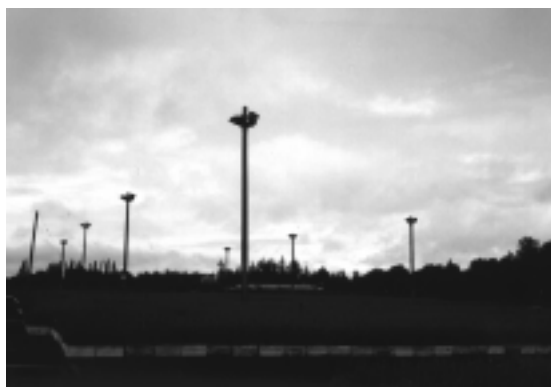
Kennot täytetään yleisesti rahkaturpeella, johon on lisätty sahajauhoa 30–40 % tilavuudesta. Sahajauhoa pidetään erinomaisena kuohkeuttajana, koska kuivuessaan sahajauhoa kutistuu. Hidasliukoiset lannoitteet ovat myös yleisesti käytössä.

Taimituotanto Pohjois-Amerikassa on muotoutunut paikallisten edellytysten mukaiseksi. Polttoaine- ja palkkakustannukset ovat suhteellisen alhaiset, mikä näkyi myös tarhojen kuljetus- ja työvoimatarvaisuuksissa. Ympäristöä kuormittavat kasvatusmenetelmät ovat sallitumpia kuin Pohjoismaissa. Yhdysvaltojen paljasjuurituotanto perustuu pitkälti siihen, että maan metyylibromidihöyrytys on siellä toistaiseksi vielä sallittua. Styrox-kenojen ja kuparipinnoitteiden käytöstä luopumiselle ei ole näköpiirissä tarvetta.



(KUVA 1.) STYROX-KENNON
KASTELUTARVE MÄÄRITETÄÄN
PUNNITSEMALLA KOEARKKI.
ROCHESTERIN TAIMITARHA,
WASHINGTON. (KUVA MARJA
POTERI)

(KUVA 2.) AVOMAAN KOULINTAAN
MENEVIEN MINIPAAKKUJEN HARVENNUS
KÄYNNISSÄ. ROCHESTERIN TAIMITAR-
HA, WASHINGTON. (KUVA MARJA
POTERI)



(KUVA 3.) PÄIVÄN-
PITUUTTA VOIDAAN
JATKAA
ULKOKENTÄLLÄ
VALONHEITTIMILLÄ.
GREEN TIMBERSIN
TAIMITARHA, SURREY,
BRITITILÄINEN
KOLUMBIA. (KUVA
MARJA POTERI)



SEURAAVA TAIMIUTUUTISEN-LEHTI
ILMESTYY 21.12.

AINEISTO LEHTIEN 30.11
MENNESSÄ.

PUUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

PUUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



HAPPY END?

BOBOP