

t a i m i .

uutiset 3/2004

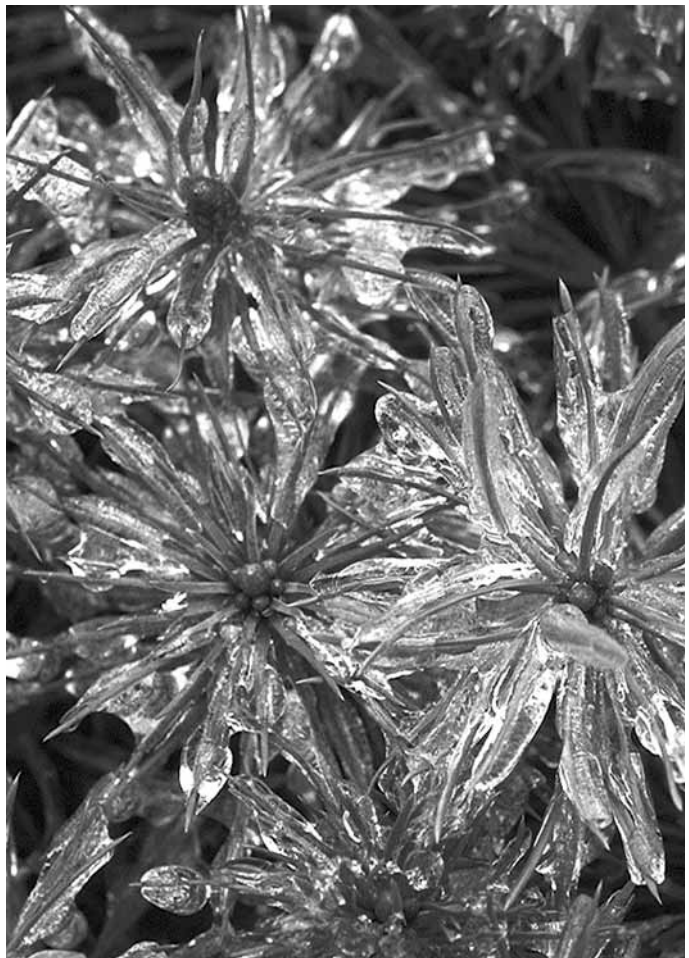


METLA

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 mm:

- PELTOMAA TAIMIEN KASVU-ALUSTANA
- KOMPOSTIN KÄYTTÖ TAIMI-KASVATUKSESSA
- MÄNNYNTAIMIEN MYKORRITSAT UUDISTUSALALLA
- HYBRIDIHAAVAN LISÄYS JUURIPISTOKKAISTA
- KUUSEN SIEMENVILJEMÄSIEMENTEN ITÄVYYS
- KIRJA- JA JULKAISUESITTELYJÄ



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

Ab Sydplant
Leksvall Plantskola
Plantskolevägen 38
10600 Ekenäs

Taimi-Tapio Oy
Näsinlinnankatu 48 D
PL 97
33101 Tampere

UPM Metsä
Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

Taimitarhojen tietopalvelu toimittaa Taimiuutiset-lehteä, järjestää alan kursseja sekä tuottaa taimioppaita.

Kansikuva Hallakastelua touko-kuussa 2004. Kuva Leo Tervo

SISÄLLYS

"ON ILMOJA PIDELLYT" _____	3
PELTOMAA PUUSTON KASVUALUSTANA _____	4
KOMPOSTOITU TAIMIJÄTE OSANA KUUSEN PAAKKUTAIMIEN KASVUALUSTAA _____	6
PATOGEENIEN SÄILYMINEN KOMPOSTOINNIN AIKANA _____	9
EKTOMYKORRITSASIENTEN LAJIMÄÄRÄ RUNSAS NUORISSA MÄNNYNTAIMISSA _____	12
TUTKIMUSTULOKSIA JA KOKEMUKSIA RUOTSIN VIERAILULTA _____	15
HYBRIDIHAAVAN JUURIPISTOKKAIDEN PISTÄMISASENNOLLA ON VAIKUTUSTA TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN _____	18
KUUSEN SIEMENVILJELMÄSIEMENTEN ITÄVYYS SÄILYI, MUTTA HIDASTUI LYHYTAIKAISESSA PAKKASVARASTOINNISSA _____	20
VÄLIRAPORTTI POHJAVESIEN TORJUNTA-AINEPITOISUUKSIEN KARTOITUKSESTA ETELÄ-SUOMESSA _____	21
JULKAISUSATOJA _____	24
PIKATESTI JUURIKÄÄPÄLAJIN MÄÄRITTÄMISEKSI LAHOPUUSTA _____	26
PUUPELTOCITY _____	28

Toimittaja Marja Poteri
Suonenjoen tutkimusasema
Marja.Poteri@metla.fi

Julkaisija
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema

Tilaukset

Tilaushinta vuodeksi 2004 on 35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa. Tilaukset toimitajalta.

ISSN 1455-7738
Dark Oy, Vantaa 2004

”ON ILMOJA PIDELLYT”

Aulis Ansalehto, ProAgria Hämeen Maaseutukeskus

Normaalisäätä ei ole

Sää tarjoaa alati kiitollisen aiheen keskustelun avaukseen aivan ventovieraidenkin kesken. Siksi paljon erilaisia ilmiöitä yhden ainoan kasvukauden aikana meillä on täällä tarjolla – ja taas tällä kasvukaudella 2004 erityisesti. Poikkeuksellisisikin niitä usein mainitaan, vaikka varsinaisia ennätyksiä ei kovin paljon rikottaisikaan. ”Normaalisäätä” ei taas ole olemassakaan, on vain pitkäaikaisia keskiarvoja, joita jostakin syystä on alettu kutsua normaalisääksi. Tämän asiointilan oivalsi – ehkä osin tahattomastikin – eräs satakuntalaisen lehden maataloustoimittaja. Hän näet erään kasvukauden päättyessä luonnehti kasvukauden säätä ”poikkeuksellisen normaaliksi”!

Jätetäänpä jutustelu sikseen ja tarkastellaan kasvukautta 2004 allekirjoittaneen hämäläisen kasvinviljelykonsulentin näkökulmasta. Kasvukausi alkoi Etelä-Suomessa jokseenkin odotettuun aikaan huhtikuun puolivälin paikkeilla. Aukeilla paikoilla oli lumi jo sulanut, ja keskilämpötila oli vakuuttavasti 5 asteen yläpuolella. Vähältä piti, ettei heti toukokuun alussa kirjattu ilmastotilastoihin paria hellepäivää. Kylvyöt saatiin huhtikuun puolella vauhdilla käyntiin ja melko nopeasti myös valmiiksi. Sitten alkoi lämpimän sateen odottelu, jotta itäminen tapahtuisi nopeasti ja tasaisesti. Sateiden sijaan saatiin kuitenkin melkoisen pitkä ja kylmä kolea jakso, jolloin mittailtiin monena yönä usean asteen miinuslukemia maan pinnassa.

”Vilu viljan kasvattaa”

Viljojen orasta paleltui maan tasalle siinä määrin, että paljon nähneet ja kokeneet vanhemmatkin viljelijät alkoivat huolestua. Vanhan kan-

san sanonta ”vilu viljan kasvattaa” piti kuitenkin jälleen paikkansa. Juuristo säilyi toimintakunnossa, ja kasvustojen pensastuminen oli kylmän jakson seurauksena erittäin voimakasta. Kesäkuun puolivälin jälkeen viljakasvustot näyttivät oikeastaan liian hyviltä. Varsinkin heikkokortisimpien viljalajikkeiden kohdalla lakoutuminen oli vain ajan kysymys.

Paleltuneiden rypsi- ja juurikasvustojen kohdalla tilanne oli paljon huonompi. Uudelleen jouduttiin kylvämään tuhansia hehtaareita.

Jos oli toukokuu ollut eteläsuomalaisittain paikoin kuivanpuoleinen, pohjoisemmat maakunnat saivat vettä etelänkin edestä. Kesäkuulla oli etelän vuoro saada osansa sateista. Kesäkuun lopulla mitattiin kuun viimeisenä päivänä yleisesti 50 millin vuorokausisademääriä. Se oli ohrille paikoin liikaa, ja osa kasvustoista alkoi kellastua pystyyn.

Heinäaikaan tietenkin sataa, eikä tämä vuosi tehnyt poikkeusta. Heinäkuun viimeinen viikko on kuitenkin ikimuistoinen laajoilla alueilla Etelä- ja Keski-Suomessa. Kun viidessä päivässä maahan kaadetaan suunnilleen koko heinä- ja elokuun sademäärä, toki siitä ongelmia seuraa. Vessat toimivat väärin päin, ja suuri osa Riihimäkeä keittää juomavetensä vieläkin, kuu-kautta myöhemmin. Joet virtasivat kaukana pelloilla. Kun mausteena oli vielä puhdistamoilta ohi juoksettua puhdistamatonta jätevettä, ainakaan sieltä satoa ei ole syyttäkään korjata elintarvikeketjuun.

Elokuulle tullessa alkaisi olla poutasäiden vuoro, jotta sato saataisiin kunniallisesti katon alle. Elokuun viimeisen viikon alkaessa ei kovin lupaavalta näytä. Joka ikinen pilvenriekale tiputtelee vettä, ja viljakasvustot alkavat ränsistyä. Rukiin ja vehnän leipäviljakelpoisuus alkaa myös olla vaarassa.

”Pelto ei petosta salli”

Opetuksia tämä kasvukausi tarjoaa taas kosolti. Vaikka kasvukausien on sanottu kasvihuoneilmion seurauksena lämpenevän ja pitenevän, se hyöty saatetaan menettää loppukesän sateissa. Mutta mitä tehtäisiin toisin, jos etukäteen olisi tiedetty kasvukauden sää? Ainakin viljakasveilla lajikevalinnat ovat painottuneet myöhäisiin ja usein satoisimpiin lajikkeisiin. Satoisuuden tuoma hyöty saattaa kuitenkin kuluu lisääntyneisiin kuivatuskustannuksiin. Syksy tulee kuitenkin aikanaan, ja tavallaan kuiva ja lämmin syyskuu 2002 oli ”poikkeuksellista”.

Maan rakenne joutuu sadekesänä erityisen kovalle koetukselle. Peltoviljelyyn tarkoitettut kasvit eivät kovin pitkään siedä hapetonta tilaa maassa. Mutta eivätpä näytä liiasta vedestä välittävän kaikki puutkaan. Kotipuroni varrella koi-vu tiputteli jo elokuun puolivälissä vihreitä lehtiään, vaikka veden pinta oli ”vain” metrin tavallista korkeammalla ja ”vain” parin viikon ajan.

Kasvukausi on kääntymässä loppupuolelleen. Kylmä ja märkä kasvukausi 1987 jätti tilastoihin tehokkaan lämpösumman lukemaksi 926 astetta. Se on tällä kasvukaudella jo saavutettu. Yli 1500 asteen emme kuitenkaan pääse vuoden 2002 tapaan. ”Se täytyy ottaa mikä annetaan”, sanoi Tammelan mies ja viisaasti sanoikin. Kaikki viljelytoiminta on ihmisen, sään ja maan yhteispeliä, missä joka vuosi etsitään sitä heikointa lenkkiä. ”Pelto ei petosta salli” – sanoi sananlasku jo sata vuotta sitten ja hiukan vihjailen muistutti, missä saattaa usein olla eniten parantamisen varaa.

PELTOMAA PUUSTON KASVUALUSTANA

Antti Wall, Juha Heiskanen ja Jyrki Hytönen, Metsäntutkimuslaitos Kannuksen tutkimusasema ja Suonenjoen tutkimusasema

Laajamittainen peltojen metsitys maatalouden tuotannon rajoittamisen keinona alkoi Suomessa 1960-luvun lopulla. Metsitys on painottunut heikkotuottoisiin peltoihin, joita on metsitetty kaksi kertaa enemmän kuin hyvätuottoisia. Siten suopeltojen osuus on ollut merkittävä. Suomen yli 230 000 metsitetystä peltohehtaarista noin 80 000 arvioidaan olevan suopeltoja. Nykyisin metsitetään vuosittain noin 5 000 ha peltoa, josta valtaosa on kivennäismaapeltoja. Peltomaiden metsitys on osoittautunut normaalia metsänuudistamista huomattavasti riskialttiimmaksi. 1990-luvulla käynnistettiin Metsäntutkimuslaitoksessa metsitysten epäonnistumisten syitä selvittäviä tutkimuksia, joiden tuloksia tässä artikkelissa esitellään.

Pellonmetsitys vaativa metsittämisen muoto

Peltojen metsitystulos vaihtelee Suomen nopeakasvuisimmista metsiköistä aina toistuviin epäonnistumisiin asti. Suopeltojen metsitys on osoittautunut monin tavoin vaikeammaksi ja ongelmallisemmaksi kuin kivennäismaapeltojen metsitys. Metsänkasvatuksen kannalta pellot poikkeavat metsämaista erityisesti pintakasvillisuuden, maan kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien ja näistä tekijöistä johtuvien suurten tuhoriskien vuoksi oleellisesti. Pelloilla perinteiset puulajivalinnan keinot (esim. metsätyypin määritys) eivät toimi. Kaikki pellot eivät ole metsänkasvatuskelpoisia, vaan osa pelloista voi olla teknisesti, taloudellisesti,

ravinteisuudeltaan tai maiseman kannalta metsitykseen sopimattomia. Pellonmetsityksessä taimien alkukehitys voi nopeasti vaarantua erilaisten tuho- ja uhkatekijöiden vuoksi ja metsityksiä olisi seurattava usean vuoden ajan. Pellonmetsityksen ongelmina ovat olleet puulajivalinnan vaikeus, taimikuolleisuus ja ravinneperäiset kasvuhäiriöt.

Pintakasvillisuuden kilpailu ankaraa

Metsitettävien peltojen pintakasvillisuus on erilaista kuin kangasmetsissä tai ojitetuilla soilla ja sen kehitys on nopeaa ja voimakasta. Peltomaan siemenpankissa voi olla yli 40 000 itämiskykyistä siementä neliometrillä. Avoimen muokatun pellon valtaavat aluksi siemenpankin yksi- ja kaksivuotiaat rikkakasvit (esim. pillikkeet, saunakukka), mutta heinämaisat kasvit ovat vuorossa vuoden parin kuluttua (esim. nurmiröllä, nurmilauha, punanata). Rikkakasvit kilpailevat taimien kanssa valosta, vedestä ja ravinteista. Peltokasvit ovat vallitsevia vielä pitkään metsityksen jälkeen ja ne lisäävät myös taimituhoriskia (esim. myyrätuhot).

Peltomaan ravinteisuus korkea

Peltojen maalajit vaihtelevat hyvin paljon maan eri osissa. Siksi metsitysmenetelmät, käytettävät puulajit ja onnistumisen todennäköisyys myös vaihtelevat alueittain. Toisin kuin metsämailla valtaosa

kivennäismaapelloista on lajittuneita ja hienojakoisia, koska pellot on yleensä raivattu parhaille metsämailla. Suopelloista osa on kuitenkin raivattu vähäpuustoisista ja jopa puuttomista avosoista. Peltojen välinen vaihtelu ravinnetaloudessa on suuri johtuen myös mm. erilaisista viljelymenetelmistä, viljelytehokkuudesta ja viljelyn kestosta.

Peltomaan viljelyn yhteydessä käytetyt lannoitteet ja kalkitus ovat lisänneet maan ravinteiden määriä erityisesti typen, fosforin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin osalta ja kohottaneet pH:ta. Maanviljelyn aiheuttama ravinnelisäys on hyvin pitkäaikainen, vähintäänkin vuosikymmeniä kestävä. Tästä syystä peltomaat ovat metsämaita ravinteikkaampia ja kuuluvat ravinnemäärien perusteella viljavimpiin metsätyyppeihin.

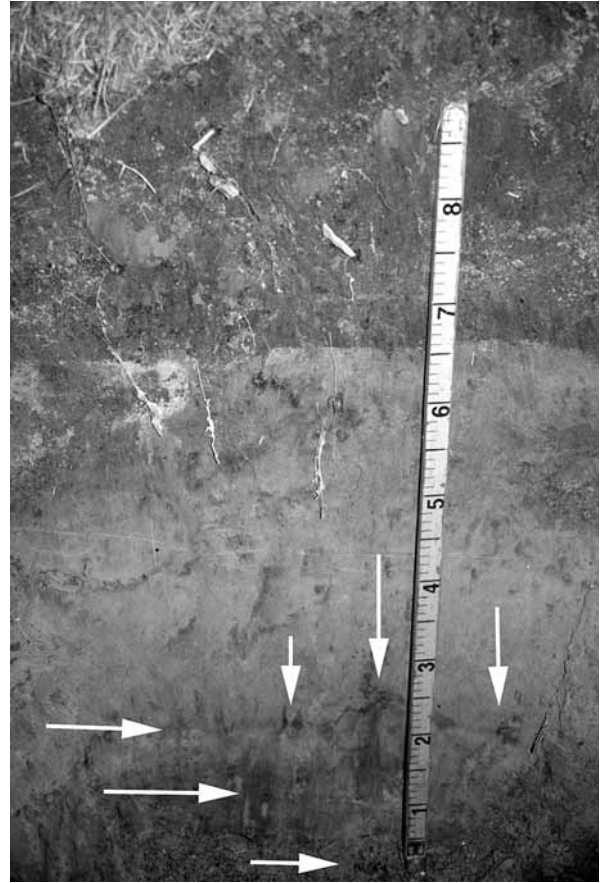
Suopeltojen metsitysaloilla kasvavien mäntyjen, kuusten ja koi-vujen normaalia kehitystä saattaa vaarantaa ravinteiden epätasapaino, sekä kaliumin ja boorin puutokset, jotka ilmenevät ns. ravinneperäisinä kasvuhäiriöinä (kuva 1). Kivennäismaapeltojen ongelmana on yleisesti boorin puutos. Ravinteiden epätasapainot voidaan korjata lannoituksella. Toisaalta peltomaan puuntuotoskyky voi olla erittäin korkea ja nykyisin parhaiten kasvavat metsämme sijaitsevatkin entisillä peltomailla.

Peltomaan vesitalous ongelmallinen

Suopelloilla turve on usein maatunutta ja turpeen tiheys on monikertainen siihen lisätyn kivennäis-



Kuva 1. Boorin puutoksen aiheuttama kasvuhäiriö suopellolla kasvavalla kuusella. Taimia vaalennettu kuvassa, jotta se erottuisi taustasta



Kuvat: Antti Wall

Kuva 2. Metsitetyn peltomaan profiilissa näkyy maanviljelyn aikaansaama runsasmultainen muokkauskerros ja sen alapuolella pohjavesipinnan läheisyydestä johtuvia ruostetäpliä (nuolet).

maan ansiosta suometsiin verrattuna. Suopelloilla maan huokostila on alhaisempi, mutta vedenpidätyskyky suurempi kuin luonnontilaisilla ja ojitetuilla rämeillä. Kivennäismaapelot ovat usein raakoostumukseltaan hienojakoisia, runsaasti savea ja hiesua sisältäviä maita. Lisäksi orgaanisen aineksen määrä on huomattavasti metsämaita korkeampi (kuva 2). Siten myös kivennäismaapeltojen ilmatila on usein alhainen johtuen siitä, että maan huokostila koostuu pääasiassa vettä hyvin pidättävistä pienistä huokosista. Maan alhainen ilmatila heikentää maan ilmanvaihtoa ja puuston kasvua sekä suopelloilla, mitä voi pahentaa mahdollinen alava sijainti ja korkea pohjavesitaso.

Maanhoito edistää metsityksen onnistumista

Pellonmetsityksessä on tärkeää tutkia kasvualustaa erityisesti muokkauskerroksesta (0–20 cm) ja sen alapuolelta. Parhaiten tarkastelu onnistuu kaivamalla lapiolla useita kuoppia metsitettävälle pellolle. Kivennäismaapelloilla on kiinnitettävä huomio maalajiin (raekoko) ja muokkauskerroksen orgaanisen aineen määrään. Turvemaapelloilla tarkastellaan turpeen maatumisuutta ja turvekerroksen paksuutta. Erityisesti on tarkastettava, onko käytetty painomaata, joka näkyy maaprofiilissa usein selvänä kivennäismaakerroksena.

Maan suuresta vedenpidätyskyvystä johtuen peltomaan kuivatus ojitamalla vaatii yleensä tiheää oja verkostoa. Lisäksi metsityksen yhteydessä mätästys, joka lisää pinta-

maan suurten huokosten määrää ja etäisyyttä pohjaveden pintaan, on usein tarpeen.

Tutkimustulokset korostavat maanmuokkauksen tärkeyttä peltoja metsittäessä. Muokkauksella vaikutetaan kasvupaikan vesitalouteen, lämpö- ja ravinneoloihin sekä pintakasvillisuuden kilpailuun. Erityisesti koivulle näyttää muokkauksella olevan suuri merkitys. Maanmuokausmenetelmää valittaessa olisi tarkasteltava sekä pelton muokkauskerroksen että sen alapuolisen pohjamaan ominaisuuksia. Esimerkiksi turvepelloilla syvemmällä olevaa huonosti maatumutta ja ravinneköyhää turvetta ei ole syytä nostaa taimien kasvualustaksi. Myös kivennäismaiden mätästyksessä on syytä välttää kaivamasta syvemmältä helposti tiivistyvää tai kuivuvaa maa-ainesta maan pinnalle.

Oikean puulajin valinta tärkeää

Erityistä huomiota joudutaan kiinnittämään puulajivalintaan. Rauduskoivu sopii parhaiten hyvälle kivennäismaapelloille. Sen viljelyä olisi vältettävä hyvin hienojakoisilla mailla ja turvemailla. Kuusta voidaan kasvattaa sekä kivennäismaapelloilla että turvepelloilla, kun vältetään vähäravinteisia turvemaapelloita ja erityisen halkanarkoja kohteita. Hieskoivua voidaan viljellä lähinnä turvepelloille. Männylle useimmat pellot ovat liian viljavat. Vieraista puulajeista kokemuksia on eniten hyvillä kivennäismaiden pelloilla viihtyvää siperianlehtikuusesta ja turvepelloille sopivasta mustakuusesta. Eteläisimmässä Suomessa viljaville pelloille voidaan viljellä myös jaloja lehtipuita. Tervaleppä on jaloja lehtipuita helpompi, varmempi ja halvempi vaihtoehto.

Metsitettyjen peltöjen lannoituksessa ensisijaisena tavoitteena on puuston tasapainoisen ravinnetalou-

den ylläpitäminen ja häiriöttömän kasvun turvaaminen eikä kasvun lisääminen. Kaupallisten kaliumia ja booria sisältävien lannoitteiden lisäksi voidaan käyttää myös puutuhkaa, joka voi olla varsin heikko-laatuistakin (vähän fosforia sisältävää). Sen sijaan turpeentuhka ei ole hyvä lannoite suopelloille, sillä se sisältää yleensä vain vähän kaliumia ja booria. Osalla metsitysalueista on pelkkä hivenravinnepuutos, jolloin lähinnä boorilannoitus tulee kyseeseen. Metsityslannoituksen tarpeellisuutta taimikon perustamisen yhteydessä on varsin vaikea arvioida. Laikkulannoituksena (esim. noin 10–30 cm säteelle taimesta) tehdystä kalium- ja boorilannoituksesta tuskin on haittaa. Tyypeä ei metsityksen yhteydessä pidä antaa. Taimikon ollessa 5–10 vuoden ikäistä voidaan ravinnetilanne tarkastaa silmänvaraisesti (kasvuhäiriöoireet, kaliuminpuutos) ja varmistaa neulasanalyysin avulla ja ryhtyä tämän jälkeen korjaamaan ravinnetilaa.



Kirjallisuutta aiheesta

- Hynönen, T. & Hytönen, J. 1997. Pellosta metsäksi. Pihlaja-sarja 1. Metsälehti Kustannus, Metsäntutkimuslaitos. 152 s.
- Hytönen, J. & Wall, A. 1997. Metsitettyjen turvepeltöjen ja viereisten suometsien ravinnemäärät. *Suo* 48(2): 33–42.
- Wall, A. & Hytönen, J. 2004. Soil fertility of afforested arable land compared with continuously forested sites. *Plant and Soil*. Hyväksytty.
- & Heiskanen, J. 2003. Water-retention characteristics and related physical properties of soil on afforested agricultural land in Finland. *Forest Ecology and Management* 186: 21–32.
- & Heiskanen, J. 1998. Physical properties of afforested former agricultural peat soils in western Finland. *Suo* 49(1): 1–12.

Antti Wall ja Jyrki Hytönen,
Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimus-
asema, PL 44, 69100 Kannus; Juha Heiskanen,
Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimus-
asema, Juntintie 154, 77600 Suonenjoki.
antti.wall@metla.fi; jyrki.hytonen@metla.fi;
juha.heiskanen@metla.fi

KOMPOSTOITU TAIMIJÄTE OSANA KUUSEN PAAKKU-TAIMIEN KASVUALUSTAA

Anna-Maria Veijalainen, Arja Lilja, Marja-Liisa Juntunen, Juha Heiskanen ja Leo Tervo,
Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema ja Vantaan tutkimuskeskus

Metsätaimitarhalla muodostunutta biojätettä on kompostoitu aumoissa Suonenjoella vuodesta 1998 lähtien, jolloin tutkimustaitarhalla rakennettiin asfalttipäällysteinen kompostikenttä suotovesikaivoineen (Taimiuutiset 3/2001). Kuluneina vuosina kompostointialuetta on parannettu rakentamalla aumausaluellet katos ja metrin korkuiset harkkoseinämät alueen sivu- ja takaseinämille.

Seinien yläosassa on harva rimoitus (kuva 1). Aumojen ilmanvaihtoa on tehostettu puhaltamalla aumoihin koneellisesti ilmaa kesästä 2002 alkaen.

Kompostoitava biojäte on koostunut pääosin myyntiin kelpaamattomista taimista, turpeesta, rikkakasveista ja ruohonleikkuujätteestä. Taimitarhajätteen kompostointia ovat vaikeuttaneet materiaalin korkea hiilityppisuude ja vaikeasti ha-

jotettavat hiiliyhdisteet kuten puuaineksen ligniini. Hiilityppisuuteen alentamiseksi ja kompostoinnin edistämiseksi taimijätteeseen on lisätty eri vuosina turve- ja kutterikuivettua hevosenlantaa sekä urealannoitetta. Näistä typpilähteistä hevosenlanta, joka typen lisäksi tuo mukanaan fosforia sekä hajotustoimintaa edistäviä hyödyllisiä mikrobeja, on osoittautunut parhaaksi. Paras lämpötilakehitys on ollut



Kuva 1. Kompostikatos Suonenjoen taimitarhalla.

vuonna 2002 tehdyssä aumassa, jota hevosenlantalisyäyksen lisäksi ilmastettiin puhaltamalla aumaan ilmaa. Tässä aumassa lämpötila kohosi yli 50°C-asteen usean viikon ajaksi.

Taimijäte on kompostoitunut aumoissa ajan myötä melko tasa-laatuiseksi, kun aumoja on käännetty vuosittain ja samalla seulottu Allu-seulamurskaimella. Kompostoidussa materiaalissa on kuitenkin ollut hajomatonta puuainesta vielä kolmen vuoden jälkeen, mikäli alkumateriaalissa on ollut isoja kuusen paljasjuuritaimia, jotka eivät murskaudu Allu-seulamurskaimella. Seulonnan jälkeen materiaali on kuitenkin ollut sopivaa kokeiltavaksi kasvualustana.

Kesällä 2002 aloitettiin koe, jonka tarkoituksena oli selvittää kompostituotteen soveltuvuutta kuusentaimien kasvatukseen. Kokeessa käytetty materiaali oli peräisin tarhan vanhimmasta aumasta, joka oli perustettu kesällä 1998 taimitarhalla muodostuneesta biojätteestä. Materiaalia oli siis kompostoitu neljä vuotta ennen kokeen aloittamista.

Taimien kasvatusta eri kasvualustoilla

Kasvualustoina kokeessa olivat turve (Kekkilä, Finnpeat M02, lannoittamaton), kompostoitu ja seu-

lotta (seulakoko 4 mm) taimijäte sekä kaksi turvekompostiseosta, joissa oli joko 25 tai 50% kompostia kasvualustan kokonaistilavuudesta. Jokaisella kasvualustatyypillä täytettiin kuusi PL81F-arkkia eli kokeessa oli yhteensä 24 arkkaa. Kasvualustoista otettiin näytteitä ennen kokeen aloittamista materiaalin fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien määrittämiseksi.

Kuusen siemenet kylvettiin kaksisiemenkylvönä toukokuun alussa. Taimien itävyyttä seurattiin 21 vuorokautta, jonka jälkeen itäneet taimet harvennettiin ja itämättömiin paakkuihin siirrettiin taimet. Lisäksi sairaiden/kuolleiden taimien tilalle koulittiin tarvittaessa uudet taimet niin, että arkin jokaisessa paakussa kasvoi yksi taimi. Taimia kasvatettiin muovihuoneessa elokuun puoliväliin, minkä jälkeen ne siirrettiin ulos.

Taimien kastelu perustui kasvualustan huokostilaan, joka oli määritetty ennen koetta. Tavoitteena oli, että puolet kasvualustan huokostilasta olisi kastelun jälkeen veden täyttämää kasvualustasta riippumatta. Käytännössä taimiarkit punnittiin ennen kastelua ja taimet kasteltiin punnitustuloksista lasketujen vesimäärien mukaisesti.

Taimet lannoitettiin Kekkilän Taimi-Superex-lannoitteella aluksi kerran viikossa (20.5.–17.6.) ja sitten kaksi kertaa viikossa (17.6.–10.9.) kasvualustasta riippumatta.

Jokaisella lannoituskerralla annettiin tyypeä 1,1 mg/taimi ja kaikkiaan tyypeä annettiin 28,7 mg/taimi ensimmäisen kasvukauden aikana. Kasvua seurattiin mittaamalla taimet kerran viikossa.

Syyskuussa kustakin käsittelystä otettiin 60 taimen satunnainen otos, josta määritettiin taimien pituus ja tyviläpimitta sekä juurten, rangon ja neulasten kuivamassat. Loput taimet säkitettiin arkeissaan ja siirrettiin pakkasvarastoon (-2°C) talven ajaksi. Talvivarastoinnin jälkeen osasta taimia määritettiin juurten kasvuunlähtökyky eli kasvupotentiaali.

Taimien istutus

Seuraavana keväänä istutettiin 480 tainta Ruotsinkylään hakkuualalle (MT), joka oli kääntömätästetty edellisenä syksynä. Taimien paikat oli arvottu kuuden lohkon sisällä siten, että koko kokeessa 120 tainta edusti aina yhtä kasvualustaa. Taimien kehitystä seurattiin mittaamalla pituus heti istutuksen jälkeen sekä syksyllä kasvukauden päättyessä. Kasvukauden päättyttyä mitattiin myös taimien tyviläpimitta.

Taimien kasvu taimitarhalla ja istutuslalla

Kuusen itävyys oli samaa luokkaa pelkässä turpeessa ja turpeessa, johon oli lisätty 25 tai 50% kompostia (90–92%). Itävyys oli huonointa pelkässä kompostissa (76%). Taimia kuoli eniten ensimmäisen kasvukauden aikana pelkässä kompostissa (15%), kun taas pelkässä turpeessa ja turpeessa, johon oli lisätty 25 tai 50% kompostia suurin osa taimista (>96%) oli elossa taimitarhakasvatuksen jälkeen.

Taimitarhalla kuuset kasvoivat parhaiten pelkässä turpeessa. Taimet olivat sitä lyhyempiä, mitä enemmän kasvualustassa oli kompostia (taulukko 1). Vaikka kompostin lisäys vähensi kokonaiskasvua, kasvu säilyi tasaisena koko kesän kaikilla taimilla kasvualustasta riippumatta. Kompostin lisäyksellä oli samanlainen vaikutus neulasten,

Taulukko 1. Kuusentaimien pituus, rangan, neulasten ja juurten kuivamassat ensimmäisen kasvukauden jälkeen taimitarhalla ja uusien paakusta ulos kasvaneiden juurien kuivamassat juurten kasvupotentiaalitestissä (keskiarvo ± keskihajonta). Keskiarvot, jotka merkitty samalla kirjaimella eivät poikkea toisistaan (Tukeyn testi).

Kasvualusta	Pituus, cm	Ranka	Kuivamassa, mg		
			Neulasat	Juuret	Uudet juuret
100% Turve	15,7±2,8a	332±109a	510±142a	358±98a	47,3±28,4ab
75% Turve 25% Komposti	13,5±2,8b	253±83b	408±115b	362±107a	53,3±25,8b
50% Turve 50% Komposti	11,9±2,7c	201±70c	326±95c	312±86b	37,1±26,7a
100% Komposti	10,3±2,3d	147±56d	252±81d	255±81c	39,6±27,7ab

Taulukko 2. Kuusentaimien pituus, kasvu ja tyviläpimitta istutuslallalla ensimmäisenä syksynä istutuksen jälkeen (keskiarvo ± keskihajonta). Keskiarvot, jotka merkitty samalla kirjaimella eivät poikkea toisistaan (Tukeyn testi).

Kasvualusta	Pituus, cm	Kasvu, cm	Tyviläpimitta, mm
100% Turve	23,0±5,1a	11,9±5,3a	3,9±0,7a
75% Turve 25% Komposti	20,3±4,7b	10,9±4,9a	3,5±0,6b
50% Turve 50% Komposti	19,0±4,2b	10,9±4,3a	3,4±0,8b
100% Komposti	17,5±4,2c	11,6±4,5a	3,0±0,7c

rangan ja juurten kuivamassoihin kuin taimien pituuteen (taulukko 1). Alkukesästä alustoissa, jossa oli 50 % kompostia tai pelkkää kompostia, taimien väri oli keltaisempi kuin muilla taimilla, mutta ajan myötä tämä väriero hävisi ja loppukesällä kaikki taimet olivat yhtä vihreitä.

Kasvualustaan lisätyllä kompostilla ei ollut selkeää vaikutusta uusien juurten kasvuun kasvupotentiaalikokeessa (taulukko 1). Uudet juuret kasvoivat parhaiten turpeessa, johon oli lisätty 25 % kompostia, mutta juurten kasvussa ei ollut eroa pelkän turpeen ja kompostin välillä.

Metsään istutettaessa pisimpiä olivat taimet, jotka olivat kasvaneet turpeessa. Pituusero oli vielä nähtävissä ensimmäisen kesän jälkeen istutuslallakin, vaikka kasvualusta ei enää vaikuttanut taimien kasvuun metsässä (taulukko 2). Myös taimien tyviläpimitoissa oli vielä eroja ensimmäisenä syksynä (taulukko 2).

Kompostin käyttö kasvualustana

Tämän kokeen perusteella kuusentaimet kasvavat metsänviljelykel-poiseksi kasvualustassa, joka sisältää osin tai pelkästään metsätaimijätekompastia. Taimikasvatuksen kannalta ongelmana on kuitenkin siementen huonompi itävyys ja suurempi kuolleisuus pelkässä kompostialustassa verrattuna turvealustaan ja seoksiin.

Kasvualustan fysikaaliset ominaisuudet, kuten tiheys ja huokoskokojakauma selittänevät osaltaan eroja taimien kasvussa ensimmäisenä kasvukautena. Kasvualustat, joihin lisättiin kompostia, olivat tiiviimpiä ja märempiä. Turpeen osuuden lisääntyessä kasvualustan ominaisuudet paranivat, mikä näkyi taimien parempana kasvuna turpeen ja kompostin seoksissa kuin pelkässä kompostissa. Uusien juurten kasvukyvyssä ei kuitenkaan ollut suurta eroa eri kasvualustojen välillä, joka selittää myös sitä, että kasvualusta ei enää vaikuttanut taimien kasvuun metsässä.

Kompostin käyttö metsäpuiden taimien kasvualustana vaatii lisätutkimuksia. Taimien kastelun sekä oikean lannoituksen löytäminen vaativat tarkempia analyysejä kasvualustoista kuin mitä nyt teh-

tiin sekä käytännön taimikasvatuskokeita. Kompostialustaa pitää todennäköisesti kastella niukemmin ja lannoittaa kasvatuksen alussa nyt tehtyä voimakkaammin, jolloin alustaan ei pääse syntymään ravinteiden puutetta niiden sitoutuessa kasvualustaan. Lisäksi paakutyyppin ja seosaineen valinnalla voitaneen vaikuttaa kasvuedellytyksiin.

Valmiille kompostille on olemassa myös vaihtoehtoisia käyttökohteita. Keskimäärin kolme vuotta kompostoitua metsätaimijätettä voidaan käyttää seulomatta esimerkiksi maanparannusaineena, nurmikoiden pohjana viheralueilla ja maisemoinnissa.

Anna-Maria Veijalainen, Marja-Liisa Juntunen, Juha Heiskanen ja Leo Tervo, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema, Juntintie 154, 77600 Suonenjoki.
anna-maria.veijalainen@metla.fi; marja-liisa.juntunen@metla.fi; juha.heiskanen@metla.fi; leo.tervo@metla.fi
Arja Lilja, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01300 Vantaa.
arja.lilja@metla.fi

PATOGEENIEN SÄILYMINEN KOMPOSTOINNIN AIKANA

Anna-Maria Veijalainen, Arja Lilja ja Marja-Liisa Juntunen,
Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema ja Vantaan tutkimuskeskus

Suonenjoen tutkimustaimitarhalla on tutkittu taimitarhajätteen kompostointia vuodesta 1998 lähtien. Osana tätä tutkimusta on selvitetty patogeeni- tuhoutumista kompostointiprosessin aikana. Mallipatogeeneiksi on valittu havupuiden taimilla juurilahoaa aiheuttava yksitumainen *Rhizoctonia*-sieni, joka säilyy maassa kestoasteina. Kestoasteiden eli rihmastopahkojen tuhoutuminen vaatii korkeaa lämpötilaa. Esimerkiksi taimiarkkien upotus 60°C-asteiseen veteen 30 sekunnin ajaksi hidastaa selvästi rihmastopahkojen kykyä kasvattaa uutta rihmastoja ja 80°C-asteessa ne tuhoutuvat kokonaan (Iivonen ym. 1996). Tässä artikkelissa kerrotaan pienkomposteissa tehdystä kokeesta, jossa selvitettiin kompostoinnin vaikutusta *Rhizoctonia*-sieneen.

Taimijätettä kompostoi- tiin pienkomposteissa

Metsätaimijätettä kompostoitiin styrox-levyillä vuoratuissa 300 litran lautakehikoissa. Kompostien pohja oli katiskaverkkoa, jotta ilman vaihtuminen taimijätteesä olisi tehokkaampaa ja komposteista suodattuva vesi pääsisi poistumaan (Veijalainen ym. 2002). Pienkompostikokeita tehtiin kolmessa osassa. Kesällä 1999 ja 2000 kompostointi aloitettiin kesäkuun lopulla ja sitä jatkettiin kolmen kuukauden ajan. Kokeen kolmannessa osassa, kesällä 2002, kompostointi lopetettiin olosuhteiden vakiinnutua puolentoista kuukauden kuluttua kokeen aloittamisesta.

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa verrattiin taimitarhajätteen

kompostoitumista hakettamattomana (TJ1) ja hakettettuna. Hakettettuun jätteeseen lisättiin myös kolmasosa tilavuudesta hevosenlantaa typpilähteeksi (H1). Tutkimuksen toisessa osassa typpilähteenä kokeiltiin ureaa (U2) ja hidasliukoista metyleeniureaa (MU2), jotka lisättiin kerroksittain hakettettuun taimijätteeseen pienkomposteja täytettäessä. Viimeisenä vuonna toistettiin parhaiten toiminut kompostointi, eli taimimateriaali hakettiin ja siihen lisättiin puolet tilavuudesta hevosenlantaa (H3). Tässä lantaa oli kerätty tallilta, jossa kuivikkeena oli käytetty turvetta, kun taas aiemmin käytetyssä lannassa kuivikkeena oli ollut kutterilastuja. Kontrollikäsittelyssä pienkompostit täytettiin Vapon vaalealla irtoturpeella (T1).

Patogeenin lisäys ja kom- postoitumisen seuranta

Patogeenien tuhoutumista tutkittiin siten, että pienkompostien keskiosaan laitettiin pienkomposteja täytettäessä aina kaksi noin 2 litraa kompostoitavaa ainesta sisältävää nylonverkkopussia, joista toiseen oli lisätty *Rhizoctonia*-sienen viljelmää. Pussit poistettiin komposteista seurantajakson päätyttyä ja säilytettiin viileässä ennen patogeenianalyysiä.

Kompostoitumisprosessia seurattiin mittaamalla kompostien lämpötilaa ja painumista sekä seuraamalla materiaalin kosteutta ja happamuutta. Tämän lisäksi materiaalin hiili-, typpi- ja fosforipitoisuus määritettiin kokeen alussa ja lopussa (Veijalainen ym. 2002).

Patogeenien tuhoutumista selvitettiin pyydystys- menetelmällä

Alunperin patogeenin tuhoutumisen varmistaminen oli tarkoitus tehdä käyttäen DNA-tekniikkaan perustuvaa testiä, mutta alustavissa kokeissa se ei antanut luotettavaa vastausta, joten tulos varmistettiin nk. pyydystysmenetelmällä (Lilja ym. 1992).

Ennen varsinaista patogeenianalyysiä verkkopusseissa ollut materiaali seulottiin, jotta hajoamaton aines saatiin poistettua. Kustakin pienkompostista seulottu materiaali jaettiin kahteen tai neljään alaspäin kapenevaan 1,5 dl muovirasiaan. Kasvatusolosuhteiden varmistamiseksi kontrollirasiat täytettiin puhtaalla kasvuturpeella (Vapo D1K2). Osaan rasioista lisättiin patogeeni-
viljelmää, jolla varmistettiin patogeenin kyky kasvaa koemateriaaleissa. Kasvualustat kasteltiin, ja niitä pidettiin huoneenlämmössä runsas viikko mahdollisten patogeenien aktivoimiseksi ennen itävien kuusen siementen (SV 111, TO3-92-0041) lisäämistä.

Pintasteriloidut (15 min, 30 % vetyperoksidiliuos) siemenet esi-idätettiin vesiagarmaljoilla. Kun sirkakajuuret olivat siementä pidempiä, siemenet luokiteltiin itäviksi ja siirrettiin seulotuille kasvualustoille. Koetta jatkettiin kaksi viikkoa, jonka aikana kuolleet taimet poistettiin alustoilta ja niistä tehtiin sienieristykset pyydystysmenetelmällä (Lilja ym. 1992).

Taulukko 1. Maksimilämpötila, keskimääräinen kosteus ja pH kokeen aikana, sekä hiilityypisuhde ja fosforipitoisuus kokeen alussa eri käsittelyissä pienkompostikokeissa. Suluissa keskihajonta.

Käsittely	Maksimi- lämpötila (°C)	Kosteus (massa-%)	pH	C/N	P (g/kg ka)
Hakettamaton taimijäte (TJ1)	30,8 (3,8)	68,4 (6,6)	4,8 (0,1)	42 (3)	0,69 (0,07)
Haketettu taimijäte ja kutterikuivitettu hevoselanta (H1)	66,8 (1,0)	64,5 (3,2)	7,0 (0,1)	34 (3)	1,94 (0,28)
Vaalea irtoturve (T1)	26,8 (1,5)	67,1 (2,7)	4,0 (0,1)	45 (0)	0,24 (0,00)
Haketettu taimijäte ja urea (U2)	42,1 (0,4)	52,6 (4,3)	5,3 (0,3)	22 (1)	0,72 (0,01)
Haketettu taimijäte ja metyleeniurea (MU2)	36,5 (2,4)	50,0 (3,5)	5,2 (0,2)	22 (1)	0,72 (0,01)
Haketettu taimijäte ja turvekuivitettu hevoselanta (H3)	46,0 (2,3)	68,0 (4,8)	6,3 (0,5)	25 (1)	1,89 (0,25)

Taulukko 2. Kuolleiden kuusentaimien määrä (%) pienkomposteissa tuotetuissa kasvualustoissa ja turpeessa kahden viikon kuluttua siitä, kun itävät siemenet oli lisätty kasvualustaan. Ennen kompostointia osaan kompostoitavaa materiaalia oli lisätty havupuiden juurilahoja aiheuttavaa *Rhizoctonia*-sientä. Osaan alustoja lisättiin samaa patogeeniä kompostoinnin jälkeen.

Kasvualusta	Kuolleisuus (%)	
	Ei lisätty patogeeniä	Patogeeni lisätty Ennen kompostointia Kompostoinnin jälkeen
Hakettamaton taimijäte (TJ1)	7,5±9,6	17,5±9,5 32,5±15,0
Haketettu taimijäte ja kutterikuivitettu hevoselanta (H1)	0	0 17,5±12,5
Vaalea irtoturve (T1)	0	50,0±16,3 Ei määritetty
Haketettu taimijäte ja urea (U2)	0	8,7±9,9 25,0±10,0
Haketettu taimijäte ja metyleeniurea (MU2)	17,5±23,6	25,0±10,0 15,0±19,1
Haketettu taimijäte ja turvekuivitettu hevoselanta (H3)	8,7±8,3	15,0±13,1 46,2±9,2
Kontrolliturve (Vapo DIK2)	0	60,0±20,0

Kompostointiolosuhteet

Lämpötila kohosi korkeimmalle taimijätetekomposteissa, joihin oli lisätty kutterikuivitettyä hevoselantaa (H1) (taulukko 1). Lämpötila pysyi yli 50°C viikon ajan. Lämpötila kohosi myös komposteissa, joihin oli lisätty ureaa (U2) tai turvekuivitettyä hevoselantaa (H3). Näissä komposteissa lämpötila jäi alle 50°C, mutta pysyi yli 40°C urea-komposteissa kolmen ja turvekuivitetuissa hevoselantakomposteissa seitsemän päivän ajan. Turpeella täytetyissä pienkomposteissa (T1) lämpötila mukaili ympäristön lämpötilaa.

Kaikkien kompostien kosteus oli tavoitearvossaan (50–70%) koko seurantajakson ajan. Kompostimateriaalin happamuus eli pH oli 4 ja 7 välillä käsittelystä riippuen.

Pelkkä turve (T1) ja taimijäte (TJ1) olivat happamimpia, kun taas hevoselantakompostit (H1 ja H3) olivat kutakuinkin neutraaleja (pH 6–7) (taulukko 1).

Kompostien hiilityypisuhdetta saatiin laskettua typpilisäyksellä suositusten mukaisesti alle 40 (taulukko 1). Pelkässä taimijätteesä (TJ1) C/N suhde oli liian korkea tehokkaalle mikrobitoiminnalle. Hevoselanta (H1 ja H3) lisäsi myös kompostien fosforipitoisuutta yli kaksikertaiseksi verrattuna muihin kompostityyppeihin, millä saattaa myös olla vaikutusta hajotustoimintaan (taulukko 1).

Kompostoinnin vaikutus patogeeneihin

Kuusentaimet pysyivät oireettomina ja yksitumaista *Rhizoctoniaa* ei saatu eristettyä taimijätetekomposteista, joihin oli lisätty kutterikuivitettyä hevoselantaa (H1) (taulukko 2). Patogeeni oli todennäköisesti tuhoutunut kompostointiprosessin aikana. Kuusentaimia kuoli taimipoltteeseen pelkässä taimijätetekompostissa (TJ1), urea (U2)- ja metyleeniureakompostissa (MU2) sekä turpeessa (T1). Taimipolteisten taimien määrä oli kuitenkin pienempi kaikissa kompostikäsitellyissä, joihin oli lisätty patogeeniä ennen kompostointia verrattuna turvekäsittelyyn (taulukko 2). Tämä on merkki siitä, että taimijätteen kompostointi heikentää *Rhizoctonian* kasvua.

Lämpötila ratkaiseva tekijä patogeeneiden tuhoutumisessa

Kompostointi onnistui parhaiten taimijätteessä, johon oli lisätty kutterikuivutettua hevosenlantaa (H1). Hevosenlanta toi prosessiin tyyppiä, fosforia, mikrobeja ja helposti hajotettavaa orgaanista ainesta, joiden ansiosta materiaalin lämpötila kohoosi ja kompostin olosuhteet muuttuivat epäsuotuisiksi patogeeneille. Samaan lopputulokseen ei päästy lisäämällä taimijätteeseen turvekuivitettua hevosenlantaa (H3), joka on hienojakoisempaa kuin kutterikuivutettu lanta. Kompostien materiaali tiivistyi, jonka seurauksena kompostien sisäosien ilmanvaihto huononi. Todennäköisesti hapenpuute esti hajottajien toiminnan ja lämpötilan kohoamisen vastaaviin lukemiin kuin taimijättekomposteissa, joihin lisättiin kutterikuivutettua hevosenlantaa (H1).

Lämpötilan lisäksi myös mikrobien välinen kilpailu esimerkiksi ravinteista ja elintilasta voi heikentää patogeeneiden kasvua. Myös kompostoinnin aikana muodostuvat toksiset yhdisteet saattavat estää patogeeneiden kasvun. Esimerkiksi komposteissa, johon lisättiin ureaa (U2), *Rhizoctonia* hävisi kasvualustasta miltei kokonaan. Patogeeni ei

kuitenkaan tuhoutunut täysin käsittelyssä, jossa taimijätteeseen lisättiin metyleeniureaa (MU2). Hidasliukoisen metyleeniurean tyyppi vapautui hitaammin mikrobien käyttöön, joten hyödyllisten mikrobien määrä ei todennäköisesti lisääntynyt metyleeniureakomposteissa yhtä tehokkaasti kuin ureakomposteissa.

Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että kompostointiprosessissa saavutettava maksimilämpötila ja sen kesto on ratkaisevia tekijöitä patogeeneiden tuhoamiseksi. Samankaltaisia tuloksia on saatu myös muissa tutkimuksissa, jotka on tehty eri tyyppisissä komposteissa muilla patogeeneillä (Hoitink & Fahy 1986). Korkeimmat lämpötilat saavutetaan aina kompostin sisäosissa. Kompostin sekoittaminen ja kääntäminen prosessin aikana on tärkeää, jotta kompostin kaikki osat altistuvat patogeeneille ja rikkakasvin siemeniä tuhoaville korkeille lämpötiloille.

Kirjallisuus

- Hoitink, H.A.J. & Fahy, P.C. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual Review of Phytopathology* 24: 93–114.
- Iivonen, S., Lilja, A. & Tervo, L. 1996. Juurilahoa aiheuttavan yksitumaisen *Rhizoctonia*-sienen torjunta kuumavesikäsitellyllä. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1996(1): 51–55.
- Lilja, A., Lilja, S., Poteri, M. & Ziren, L. 1992. Conifer seedling root fungi and root dieback in Finnish nurseries. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 547–556.
- Veijalainen, A.-M., Juntunen, M.-L., Lilja, A., Tervo, L. & Heikkinen, K. 2002. Taimitarhahäjätteen kompostointi. Teoksessa: Poteri M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 873: 89–98.

Anna-Maria Veijalainen ja Marja-Liisa Juntunen, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema, Juntintie 154, 77600 Suonenjoki. anna-maria.veijalainen@metla.fi; marja-liisa.juntunen@metla.fi
Arja Lilja, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01300 Vantaa. arja.lilja@metla.fi

EKTOMYKORRITSASIENIEN LAJIMÄÄRÄ RUNSAS NUORISSA MÄNNYNTAIMISSA

Jussi Heinonsalo, Helsingin yliopisto, Biokeskus

Ektomykorrhitsasienet, eli juurten pinnalle näkyvän rihmastovai-pan muodostavat mykorrhitsat, ovat metsävyöhykkeemme valtapuille elintärkeitä yhteistyökumppaneita, jotka auttavat puita ravinteiden ja veden otossa sekä suojaavat kasveja taudinaiheuttajia vastaan. Ektomykorrhitsasienien lajistoa ja ekologiaa on päästy tehokkaasti tutkimaan vasta reilut kymmenen vuotta uusien, lähinnä DNA-pohjaisten menetelmien ansiosta. Väitöskirjatyössä tutkittiin ektomykorrhitsasienien lajiston monimuotoisuutta mäntyvaltaisessa metsässä Helsingin yliopiston Hyytiälän metsäasemalla Juupajoella. Lisäksi selvitettiin taimien ympäristä ektomykorrhitsasienillä ja mykorrhitsanmuodostusta edesauttavalla ns. auttajabakteerikannalla.

Avohakkuun vaikutus ektomykorrhitsalajistoon

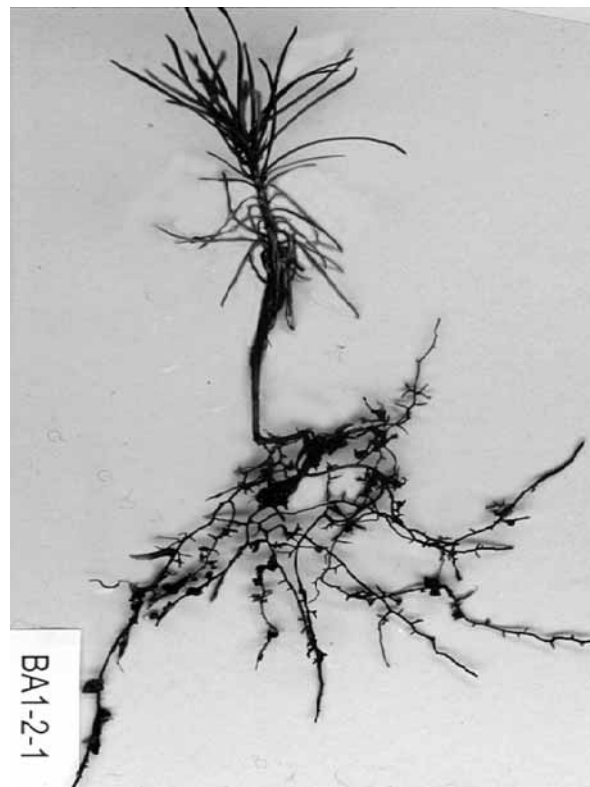
Varsinaisena käsittelynä Hyytiälän kokeessa oli avohakkuu, jonka jälkeen koeala jaettiin kolmeen tutkittavaan osaan: avohakkuu, avohakkuun puoleinen reunavyöhyke sekä hakkaamaton kontrollimetsä. Koealalle istutettiin kaksi erää noin kuukauden ikäisiä, vielä mykorrhitsattomia pieniä männyntaimia. Ensimmäinen erä istutettiin kesällä 1997 ennen hakkuuta, toinen kesällä 1998 hakkuutalven jälkeen. Taimia kerättiin molemmista eristä sienilajiston analysointia varten syksyisin vuosina 1997–2002. Juuristo käytiin mikroskooppilla läpi ja rakenteeltaan erilaiset ektomykorrhitsasienet (morfotyypit) laskettiin ja luokiteltiin (kuvat 1 ja 2). Kustakin tyyppistä otettiin näytteet DNA-poh-

jaisia määrittämiä varten. Eri käsittelyille laskettiin myös vuosittaiset lajikirjon määrää kuvaavat diversiteetti-indeksit käyttäen sekä karkeampaa morfotyyppiluokitusta että tarkempaa DNA-määrittystä.

Viisivuotisen kenttäkokeen aikana koealan taimista löytyi yhteensä 47 DNA-menetelmin havaittua erilaista ektomykorrhitsasienikantaa tai -lajeja. Lukua on pidettävä korkeana, ottaen huomioon, että tutkimuksen kohteena olivat pienet (0–5 v.) männyntaimet. Havaituista tyypeistä 18 edusti ainakin kerran koejakson aikana vähintään 5 prosenttia jonkun käsittelyn mykorrhitsamäärästä. Suuri osa mykorrhitsatyypeistä (29 kpl 47:stä) oli siis satunnaisesti ja/tai harvinaisena esiintyviä lajeja.

Avohakkuulla ja hakkaamattomalla alalla yhtä paljon mutta eri lajeja

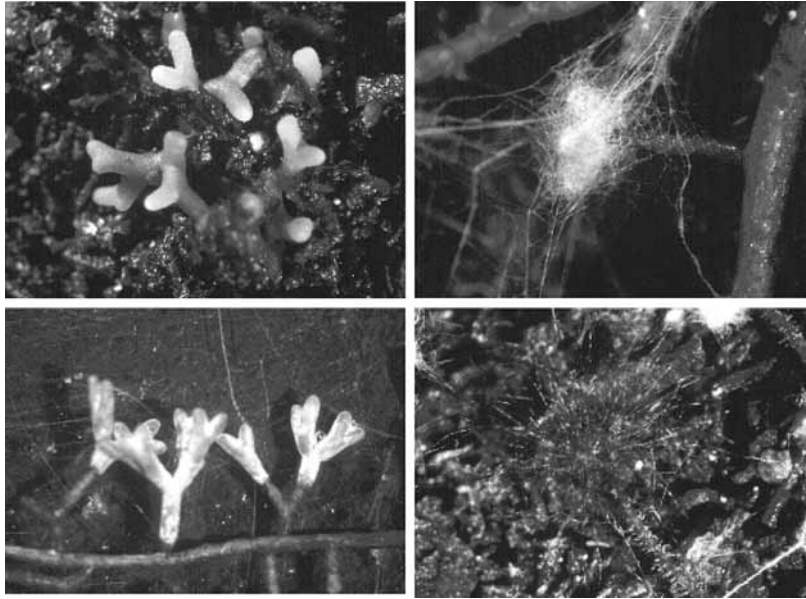
Avohakkuutaimien ja kontrollitaimien lajiston monimuotoisuus ei poikennut tilastollisesti toisistaan missään kokeen vaiheessa. Sen sijaan reunavyöhykkeen taimissa eri mykorrhitsalajeja tavattiin eniten, mikä oli havaittavissa vasta noin 3 vuotta hakkuun jälkeen. Syy reunavyöhykkeen lajirunsauteen on oletettavasti siinä, että siellä yhdistyvät avohakkuun edulliset kasvuo-olosuhteet (lämpö, valo, kosteus) ja reunametsän juuristo ja juurten mykorrhitsat. Uudet taimet pääsevät näinollen nopeasti kosketuksiin isojen puiden ylläpitämään mykorrhitsasieniverkostoon.



Kuva 1. Koealalta otettu männynntaimi, jonka juuristo on pesty mykorrhitsa-analyysiä varten.

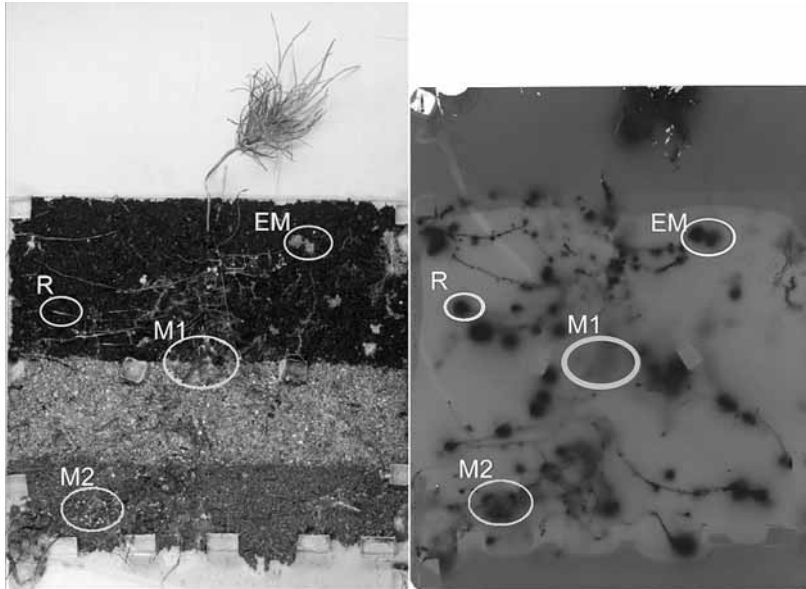
Jussi Heinonsalo

Jussi Heinonsalo



Kuva 2. Esimerkkejä erilaisista ektomykorritsasienten morfotyypeistä.

Jussi Heinonsalo



Kuva 3. Kuva metsämaan eri pääkerrokset (podsoliprofiili) sisältävästä kasvatusyksiköstä, johon istutetusta mäntyntaimesta seurataan hiili-isotooppi tutkimuksen avulla yhteyttämistuotteiden kulkeutumista versosta juuriston eri osiin. Kuvassa vasemmalla kasvatusyksikkö (mikrokosmos), oikealla autoradiografiakuva hiili-leiman sijainnista kasvatussystemissä. Neljä kiinnostavaa osaa juuristosta eri maakerroksissa on merkitty kuvaan: R= mykorritsaton juurenkärki, EM= ektomykorritsasienen ulkorihmasto, M1= ektomykorritsasieni, morfotyyppi 1 ja M2= ektomykorritsasieni, morfotyyppi 2.

Vaikka kontrollimetsän ja avohakkuun lajimäärät eivät poikenneet toisistaan, näissä käsittelyissä esiintyvät lajit kuitenkin erosivat toisistaan. Erityisen kiinnostava havainto oli, että avohakkuuolosuhteissa runsaasti ulkorihmastoja muodostavat lajit vähenivät, kun taas niiden suhteellinen osuus lisääntyi

kontrollimetsässä. Reunavyöhyke edusti tässä suhteessa kontrollin ja avohakkuun välimuotoa. Kontrollimetsässä yleisiä lajeja koejakson lopussa olivat kangastatti (*Suillus variegatus*) ja *Piloderma* sp., kun taas *Cenococcum geophilum* ja *Phialocephala fortinii* esiintyivät usein avohakkuutaimissa.

Mykorritsoja myös syvemmällä mineraalimaassa

Hyttiälän koealan maita käytettiin myös laboratoriokokeissa, joissa tutkittiin lajiston jakautumista metsämaassa tavattavan ns. podsoliprofiilin eri kerroksiin. Kolmikerroksisissa pienoiskasvatuskammioissa (mikrokosmosissa) jäljiteltiin metsämaan luontaista kerroksellisuutta (humus, huuhtoutumis- ja rikastumiskerros). Pienokammioihin istutettiin steriilejä mäntyntaimia, jotka muodostivat luontaisesti ektomykorritsoja koealalta noudetussa maassa. Hiili-isotooppitutkimuksen avulla voitiin seurata taimen yhteyttämisen hiilen kulkua podsoliprofiilin eri kerroksiin (kuva 3).

Kokeen perusteella havaittiin, että hiili kulkeutuu eri kerrosten juuriin ja mykorritsoihin yhtä hyvin. Aiemmat kenttätutkimukset mäntyn juurten ja mykorritsojen jakautumisesta metsämaan eri kerroksiin ovat osoittaneet mykorritsojen esiintyvän runsaina myös syvemmällä mineraalimaassa (esim. Mikola ym. 1966). Väitöskirjatyon tulosten perusteella todettiin mineraalimaan mykorritsojen olevan merkittävä tutkimuskohde, sillä niiden lajistosta ja toiminnasta on hyvin vähän tietoa.

Lajikirjo riippuu metsänkäsittelystä ja muuttuu eri maakerroksissa

Yhteenvetona useista erillisistä kokeista voidaan sanoa, että lajistorunsaus laski, mitä syvempään maakerrokseen mentiin, vaikkakaan humuksesta ja huuhtoutumiskerroksesta tavatut lajimäärät eivät eronneet tilastollisesti. Vaikka mineraalimaissa olikin niukempi lajisto, niissä havaittiin kuitenkin aina runsaasti mykorritsoja. Osa lajeista selvästi esiintyi ainoastaan tai havaittiin useammin tietyssä podsoliprofiilin kerroksessa. Kun havainto yhdistetään kenttäkokeen

tuloksiin, voidaan todeta, että ektomykorritsasienien lajistoon ja määrään vaikuttaa sekä hakkuukäsittely että tarkasteltava podsolimaannoksen kerros.

Taimia ympätty Ranskassa ektomykorritsasienillä

Taimitarhataimien ympäys kasvin kasvua edistäviksi todetuilla sienilajeilla on ollut pitkäaikaisen tutkimuksen kohteena ympäri maailmaa. Ranskassa tutkimus on johtanut käytännön toimenpiteisiin useiden taimitarhojen myydessä paikallisen maatalouden tutkimuskeskuksen (INRA) leimalla sertifioituja ympättyjä taimia.

Väitöskirjatyon Ranskassa toteutetussa käytännön osassa tutkittiin ektomykorritsasienellä, ns. mykorritsan auttajabakteerilla, sekä mykorritsasienellä ja bakteerilla yhdessä ympättyjen Douglas-kuusen taimien menestymistä maastossa neljä vuotta istutuksen jälkeen.

Vaikka ympättyjä kantoja ei enää neljä vuotta istutuksen jälkeen voitu käytetyillä menetelmillä havaita, ektomykorritsasienellä ympätty taimet olivat kasvaneet tilastollisesti paremmin kuin kontrollitaimet. Tämä tulos tukee ajatusta siitä, että taimitarhaympäys on hyödyllistä, vaikka ympätty kannat eivät pitkään päälle pärjäisikään koealalla. Bakteeriympä ei kenttäoloissa ollut auttanut kasveja muodostamaan mykorritsoja, vaikka ilmiö oli havainnoinut laboratorio- ja taimitarhakokeissa.

Mykorritsaympättyjä taimia Hyytiälän kenttäkokeessa

Hyytiälän avohakkuukokeen kahdella yleisellä sienikannalla tehtiin esikoe, jossa selvitettiin männyn taimien kasvuvastetta, jos taimet olivat aluksi mykorritsattomia tai jos ne oli ympätty kenttäkokeessa yleisesti esiintyvillä sienilajeilla, kangastatilla ja *Phialocephala fortinii*-sienellä. Tulosten perusteella ympätty sienityypit eivät enää olleet valtalajistona 4,5 kk:n kasvujakson jälkeen, kun taimia kasvatettiin laboratorio-olosuhteissa Hyytiälän avohakkuualalta peräisin olevassa podsolimaannoksessa.

Kontrollitaimet ja kangastatilla ympätty taimet kasvoivat yhtä hyvin, mutta *P. fortinii*-taimien biomassassa oli muita käsittelyjä alhaisempi. *P. fortinii* havaittiin yleiseksi sieneksi avohakkuutaimissa viisivuotisessa kenttäkokeessa.

Suomalaisilla mykorritsakannoilla tehty esikoe osoitti selvästi, että eri kannat vaikuttavat taimien kasvuun eri tavoin. Vaikka molemmat tutkitut kannat olivat maastokokeissa yleisiä, toinen kannoista heikensi selvästi taimen kasvua. Tulos tukee ajatusta siitä, että taimitarhoilla olisi hyvä ympätä taimet tunnetuilla, kasvua edistävilla kannoilla, jotta kasvua mahdollisesti heikentävät kannat eivät pääsisi vallitsemaan taimitarhoilla tai taimen alkukasvussa maastossa. Taimitarhataimissahan esiintyy ilman ympäystäkin mykorritsoja, yleensä taimitarhojen kasvatusolosuhteisiin sopeutuneita lajeja, jotka eivät ole yleisiä kenttäolosuhteissa.

Sopivan ympin löytäminen vaatii vuosien työn ja lajikartoitusvaiheen jälkeen erilaiset monivuotiset laboratorio-, taimitarha- ja kenttäkokeet ovat välttämättömiä. Samanaikaisesti olisi syytä tehdä perustutkimusta siitä, miten eri lajit ja niiden vuorovaikutukset vaikuttavat taimien kasvuun ja maakekosysteemin elintärkeisiin prosesseihin.

Kirjallisuus

- Heinonsalo, Jussi. 2004. The effects of forestry practices on ectomycorrhizal fungal communities and seedling establishment. Integrated studies on biodiversity, podzol profile, clear-cut logging impacts and seedling inoculation. Dissertationes Biocentri Viikki Universitatis Helsingiensis 9/2004. 72 s. + 5 osajulkaisua. Väitöskirja. (sähköisessä muodossa <http://ethesis.helsinki.fi>)
- Mikola, P., Hahl, J. & Torniaainen E. 1966. Vertical distribution of mycorrhizae in pine forests with spruce undergrowth. *Annales Botanici Fennici* 3: 406–409.

Jussi Heinonsalo, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, PL 56, 00014 Helsingin yliopisto.
jussi.heinonsalo@helsinki.fi

TUTKIMUSTULOKSIA JA KOKEMUKSIA RUOTSIN VIERAILULTA

Jaana Luoranen, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema

Vietin maaliskesäkuussa kolme kuukautta vierailevana tutkijana Ruotsin maatalousyliopiston Asan tutkimusasemalla, joka sijaitsee Smälannissa Etelä-Ruotsissa, noin 100 km Jönköpingistä etelään.

Kasvukausi on Smälannissa selvästi etenkin Keski-Suomea pitempi. Lähtiessäni Suomesta maaliskuun puolivälissä täällä oli parhaat kevähankien hiihtokeilit, mutta Asassa lunta ei enää ollut, joskin lunta sateli silloin tällöin maaliskuun loppupuolella. Maastokokeisiin tutustuminen oli kuitenkin mahdollisia jo ensimmäisellä vierailuviikollani.

Aikaisen kevään ongelmat

Etelä-Ruotsin keväässä lämpimien päivien ja kylmien öiden yhdistelmä asettaa taimille kovia vaatimuksia: silmut eivät saisi puhjeta liian aikaisin, jotta ne eivät paleltuisi usein jopa kesäkuulle jatkuvissa yöhalloissa. Tänäkin vuonna huhtikuu ja toukokuun alku olivat lämpimiä, ja jopa muutama hellepäivä oli jo pääsiäisen tietämissä. Yöhalloja ilmaantui kuitenkin toukokuun loppulla ja etenkin vierailuni viimeisellä viikolla kesäkuun toisella viikolla. Kasvit olivat luonnollisesti lähteneet jo kasvuun, minkä vuoksi esim. kuusella uudet usean senttimetrin mittaiset kasvaimet paleltuivat. Siispä ymmärrän, miksi Etelä-Ruotsissa metsänuudistamisessa halutaan hallatuhojen riski pitää mahdollisimman pienenä.

Asassa on tutkittu mm. suojuvuuston ja sen tiheyden vaikutuksia hallariskiini. Ola Langvallin (2000) tutkimustulokset osoittavat,

että suojuvuuston alla vuorokauden minimilämpötilat ovat korkeampia kuin puuttomalla uudistus- alalla. Hallaöinä lämpötilat ovat siellä korkeampia ja taimien vaurioitumisriski pienempi kuin uudistus- alalla. Hallatuhoriski pienenee myös, jos silmut puhkeavat eri aikaan: suojuvuuston alla silmun- puhkeaminen kestää suhteellisen kauan johtuen hitaammasta lämpö- summan kertymisestä.

Avohakkuualalle ja suojuvuus- ton alle istutettujen taimien riski vaurioitua halleissa on erilainen, minkä sain todeta tutkimusaseman vieressä olevalla tutkimuskohteel- lakin. Kesäkuun toisen viikon hallat vikuuttivat kolme vuotta sitten istutettuja taimia avohakkuualalla, kun vaurioituneita uusia kasvaimia suojuvuuston alla oli vähemmän. Koaloilla vertailtiin kuusen pisto- kas-, paljasjuuri- ja paakkutaimia sekä eri alkuperiä.

Tukkimiehentäi ongelmana

Hallantorjuntatutkimusten sivu- tuotteena syntyi ajatus siitä, voitai- siinko suojuvuustoa käyttää tukki- miehentäituhojen vähentämiseksi. Örlanderin ja Karlssonin (2000) mukaan yli 160 runkoa hehtaarilla vähentää tukkimiehentäituhoriskiä. Myös etäisyys reunametsään vai- kuttaa: mitä kauempana reunamet- sästä ollaan aina 15 metriin saakka, sitä enemmän tukkimiehentäin tu- hoja esiintyy taimissa (Nordlander ym. 2003a). Suojuvuustoisella kohteella tukkimiehentäitä on yhtä paljon, jos ei enemmänkin, kuin avohakkuualalla (Nordlander ym. 2003b), mutta hyönteisten syönnis- tä suurempi osa kohdistuu isoihin

puihin taimien sijasta (Nordlander ym. 2003a).

Suojuvuut on kuitenkin aikanaan poistettava, jolloin voisi olettaa, että mitä enemmän syntyy kanto- ja suojuvuuhakkuun seurauksena, sitä suurempi olisi taimiin kohdis- tuva syöntipaine. Tätä olettamusta selvittävään tutkimukseen pääsin itsekin osallistumaan analysoimalla yhdessä Kristina Wallertzin kanssa hänen aineistoaan. Alustavat tu- lokset osoittavat, että suojuvuuden pohjapinta- alalla ei ole vaikutus- ta tuhoriskiini. Tutkimuksessa koh- teitten keskimääräiset pohjapinta- alat vaihtelivat 5–17 m²/ha välillä. Taimien elinvoimaisuus ja koko (tyviläpimita) suojuvuuta poistet- taessa ovat merkittävämpiä tukki- miehentäin tuhoriskiä lisääviä tekijöitä. Myös männyn taimet olivat hieman alttiimpia kuin samanko- koiset kuusen taimet. Lisätuloksia saadaan tutkimusjulkaisun valmis- tuttua.

Etelä-Ruotsissa tukkimiehentäin tuhoriski on Suomen oloihin verrat- tuna suurempi mm. pidemmästä kas- vukaudesta johtuen. Kemiallisten torjunta- aineiden, etenkin permetriinin, käyttö antaa taimille koh- tuullisen hyvän suojan tukkimie- hentäitä vastaan. Permetriini käyttö loppui kuitenkin koko EU:n alueel- la vuoden 2003 lopussa. Ruotsissa on tällä hetkellä hyväksytty tukki- miehentäin kemialliseen suojaami- seen sypermetriini (CyperPlus) ja imidaklopridi (MeritForest WG). Niidenkin käyttö on hyväksytty vain vuoden 2005 loppuun saak- ka. Lambdasyhalotriinille (Karate Zeon) on lisäksi haettu siellä hy- väksyntää.

Ruotsissa ollaan luopumassa ke- miallisesta tukkimiehentäin suo-

jauksesta kokonaan vesieliöille ja aineita ruiskuttaville aiheutuvien haittojen vuoksi. Vaihtoehtoisia torjuntakeinoja on etsitty laajassa, 1990-luvun puolivälissä alkaneessa tutkimushankkeessa. Ruotsin metsätalous on satsannut hankkeeseen 22 miljoonaa kruunua (noin 2,4 miljoonaa euroa). Tutkimuksen rahoittamista varten on maksettu 3 äyriä (0,33 senttiä) jokaisesta perimetriinillä käsitellystä taimesta.

Edellä jo kuvatun suojuspuuston käytön lisäksi hankkeessa on tutkittu laajasti mekaanisten suojien käyttöä. Suojia on esitelty aiemmin TaimiUutisissa (1/2004) ja uusimmasta julkaisusta on esittely sivulla 24. Tietoa tukkimiehintäin eri torjuntavaihtoehdoista on myös osoitteessa

www.entom.slu.se/snytbagge.



Jaana Luoranen

Kuva 1. Asa-Mockan ”mättäitä” eli hienon kivennäismaan ja veden sekoituksesta tehty istutuspaikka taimelle.

Maanmuokkaus

Tukkimiehintäin torjunnassa yksi tärkeimmistä keinoista on kunnollinen maanmuokkaus. Tukkimiehintäin syönte vähenee, jos taimien ympärillä on puhdasta kivennäismaata. Maastokokeessa tukkimiehintäit söivät mineraalimaahan istutettuja taimia puolet vähemmän kuin koskemattomalla humusmaalla olevia taimia (Björklund 2004). Mineraalimaalla tukkimiehintäit kuitenkin löysivät taimet yhtä usein tai useammin kuin humuksella. Maan laatu näyttääkin vaikuttavan tukkimiehintäin päätökseen syödä tai jättää taimi syömättä. Kivennäismaalla ei ole yhtä paljon piilopaikkoja kuin humuksessa tai muokkaamattomalla maalla. Tukkimiehintäin tuhojen kannalta hiekkamättäät ovat turvallisempia kuin tasaiset hiekkapinnat. Syynä saattaa olla se, että mättäille on vaikeampi kiivetä (Björklund 2004).

Joillakin uudistusaloilla kivennäismaapintaisten mättäiden tekeminen on hankalaa tai mahdotonta. Eräs ratkaisu saattaa kuitenkin löytyä Göran Örländerin ja Kristina

Wallertzin Asassa kehittelemästä nk. Asa-Mocka -menetelmästä. Maan muokkauksen sijasta kivennäismaa tuodaankin muualta istutuskohdelle (kuva 1). Menetelmässä hienon mineraalimaan ja veden sekoituksesta tehdään ”mätäs”, johon taimi istutetaan ennen kuin mätäs kuivuu. Näiden ”mättäiden” tekemiseksi on kehitelty vanhoista kairavinkoneen kauhoista prototyyppi (kuva 2). Alustavat tulokset osoittavat, että tukkimiehintäit vaurioitavat tällaisiin mättäisiin istutettuja torjunta-aineilla käsittelemättömiä taimia vähemmän kuin vastaavia muulla tavoin käsiteltyyn maahan istutettuja taimia. Toinen Asa-Mockan etu on myös se, että ”mättäillä” pinta kovettuu, jolloin ruohojen ja muiden kasvien siemenien on vaikeampi itää ja kasvaa.

Tukkimiehintäin torjuntavaikutusten lisäksi on myös maanmuokkauksen muita vaikutuksia selvitetty Ruotsissa jo usean vuoden ajan. Kääntömätästys on osoittautunut menetelmäksi, joka lisää taimien kasvua ja eloonjääntiä jopa enemmän kuin laikkumätästys (ks. s. 24). Tämä johtuu korkeammista mättään lämpötiloista, mikä puolestaan

edesauttaa juurtumista ja siten veden ja ravinteidenottoa (Nordborg ym. 2002). Etenkin typenoton suhteen kääntömättäät eroavat muista maanmuokkausmenetelmistä, sillä jo vuoden kulutta istutuksesta kääntömättäissä olevilla taimilla on korkeammat typpipitoisuudet, mikä edesauttaa nopeampaa kasvua seuraavina vuosina.

Kuusitutkimusta

Etelä-Ruotsissa on meneillään laaja kuusen kasvatukseen liittyvä ohjelma, jonka kevätretkeilylle osallistuin toukokuussa. Ohjelmassa tutkitaan mm. metsänuudistamiseen, juurikääpään, taimikonhoitoon ja harvennukseen liittyviä kysymyksiä. Ohjelmassa myös mallitetaan erilaisia kuusen kasvatuksen osatekijöitä luontaisesta uudistamisesta kuusikon kasvatuksen ekonomiaan. Mukaan on mahtunut myös luonnon monimuotoisuuden tutkimusta, sillä retkeilyllä meille esiteltiin kohde, jonka tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon ja millaisia lajeja uudistusosalalle jätetyissä korkeissa (yli 2 m) ja matalissa



Kuva 2. Vanhoista kaivinkoneen kauhoista tehty Asa-Mockan ”mättäiden” tekemiseen kehitetty kauha.

(normaali) kannoissa on. Ruotsissa koalueet hyödynnetään tehokkaasti, sillä samalla alueella kantotutkimuksen kanssa oli myös kokeita, joissa selvitettiin erilaisten kuusipistokaskloonien kasvuun lähtöä, eli etsittiin syitä juromiseen. Karin Johanssonin tutkimustulosten mukaan kloonien välillä oli suuria eroja ensimmäisten vuosien kasvussa. Ohjelmasta lisää löytyy osoitteesta <http://www-gran.slu.se/>. Ohjelman kotisivuilla on myös Web-kirja, josta toistaiseksi on valmiina mm. metsänuudistamisosuus.

Metsäkauris ja hirvi

Metsäkauris on tukkimiehen ohella toinen merkittävä tuhoniheuttaja Etelä-Ruotsissa. TaimiUutisissa (3/2003) on esitelty Jonas Bergquistin tutkimustuloksia kauristuhoista. Huhtikuussa Växjössä järjestettiin seminaari, jossa vastaavia tuloksia esiteltiin eteläruotsalaisille metsäammatilaisille. Seminaarin mielenkiintoisinta antia oli taalainmaalaisen Lennart Nilssonin (suurmetsänomistaja, yrittäjä) esitelmä siitä, kuinka metsätalouden ja metsästyksen voi yhdistää. Hän järjestää

maksullisia jahteja maillaan, joten eläinkantojenkin on oltava suuria. Samanaikaisesti hän kasvattaa myös metsiä. Hänen reseptinsä tuhojen vähentämiseen olivat mm.: lisätään lehtipuun osuutta metsissä, sähkölinjoilla kasvatetaan taimia istuttaen ja lannoittaen ravintoa hirville ja kauriille, jätetään syyshakkuissa metsään latvukset tai jopa kokonaisia runkoja. Hänen kokemuksensa mukaan syöti kohdistuisi näillä keinoin tuotantopuuston asemasta näihin muihin kohteisiin.

Lopuksi

Tukkimiehentäi- ja metsäkaurisongelmia lukuunottamatta ruotsalaisten metsänuudistamisen ongelmat olivat samansuuntaisia kuin meilläkin. Metsänuudistamiskustannuksia pitäisi saada alennettua metsänhoidon tason silti laskematta. Lähtökohta mm. tutkimukselliselle yhteistyölle on siis hyvä; on kuitenkin otettava huomioon Etelä-Ruotsin erilaiset luonnonolot, minä vuoksi kaikkia siellä tehtyjä tutkimuksia ei voi suoraan soveltaa meille ja toisin päin.

Kirjallisuus

- Björklund, N. 2004 Movement behaviour and resource tracking in the pine weevil *Hylobius abietis*. *Silvestria* 302. 17 s.
- Langvall, O. 2000. Interaction between near-ground temperature and radiation, silvicultural treatments and frost damage to Norway spruce seedlings. *Silvestria* 140. 35 s.
- Nordborg, F., Nilsson, U. & Örländer, G. 2002 Inversmarkberedning – snabbare plantetablering och mer näring till plantan. *Fakta Skog. Sammanfattar aktuell forskning*, vol. 9. 4 s.
- , Örländer, G. & Langvall, O. 2003a. Feeding by the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to sun exposure and distance to forest edge. *Agricultural and Forest Entomology* 5: 191–198.
- , Bylund, H., Örländer, G. & Wallertz, K. 2003b. Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in a regeneration area with and without shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 438–448.
- Örländer, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

Jaana Luoranen, Metsäntutkimuslaitos,
Suonenjoen tutkimusasema, Juntintie 154,
77600 Suonenjoki.
jaana.luoranen@metla.fi

HYBRIDIHAAVAN JUURIPISTOKKOIDEN PISTÄMIS-ASENNOLLA ON VAIKUTUSTA TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN – OPINNÄYTETYÖN ESITTELY

Stenroos, Elise. 2004. Juuripistokkaan pistämisasennon vaikutus hybridihaavan (*Populus tremula X Populus tremuloides*) taimien alkukehitykseen. Käsikirjoitus Pro gradu -työhön. Helsingin yliopisto. Metsäekologian laitos.

Lyhyiden kuitujen merkitys on kasvanut paperin valmistuksessa ja siten kiinnostus haavan puuainetta kohtaan on kasvanut. Laadukkaan kotimaisen haapapuun saatavuuden takaamiseksi olisi haavan viljelyä kuitenkin lisättävä.

Hybridihaavan taimia tuotetaan tällä hetkellä kasvullisesti lisäämällä juuripistokkaista, jolloin tuotantokustannukset ovat alhaisemmat kuin aikaisemmin taimien tuottamiseen käytetyssä mikrolisäysmenetelmässä. Kasvullista lisäysmenetelmää käytetään, jotta kyetään säilyttämään jalostuksella aikaan saadut puuaineen hyvät kuitutekniset ominaisuudet.

Ongelmaton juuripistokasmenetelmä ei kuitenkaan ole. Useat eri

työvaiheet, kuten emopuiden kasvatus ja nosto, juurten pesu ja leikkaus sekä koulinta, vaativat käsityötä. Työvaltaisuuden lisäksi ongelmana on versoontumisen hitaus ja eriaikaisuus. Pistokkaiden versoontuminen voi kestää viikosta jopa kuuteen viikkoon, minkä seurauksena syntyy hankalasti hoidettava epätasainen taimiaines. Ongelmien takia menetelmän korkeat tuotantokustannukset ovat olleet esteenä laajemmalle viljelylle.

Pekka Voipio



Kuva 1. Verson ja juurten kasvu eri asentoihin pistetyillä juuripistokkailla. Yleisesti juuret lähtevät kasvamaan pistokkaan latvapäästä ja verso tyvipäästä. Vaakaan (ylh. vas.) ja pystyyn ylösalaisin (alh. oik.) pistettyjen pistokkaiden osalta verso lähtee kasvamaan useammin myös juurenpalan keskiosasta.

Juuripistokastuotanto- menetelmä ja pistokkai- den pistämisasento

Nykyisin käytössä olevassa juuripistokkaiden tuotantomenetelmässä 2–3 cm pitkät pistokkaat asetetaan vaakaan versoontumislustoille, joista versoontuneet pistokkaat koulitaan käsin varsinaisiin kasvatuskennoihin. Koulintaa ei voida suorittaa kerralla, vaan sitä mukaan kuin versoja muodostuu pistokkaisiin. Versojen juurtuminen ja varsinaisen pituuskasvu alkaa vasta kasvatuskennoissa. Koulinnan jälkeen taimet siirretään ulkokasvatukseen eikä kasvatus tämän jälkeen poikkea merkittävästi koivun kasvatuksesta.

Pistämällä pistokkaat suoraan kasvatuskennoihin, joissa pistokkaat sekä versoontuivat että juurtuivat, koulinta voitaisiin suorittaa yhdellä kerralla. Tämä edellyttää kuitenkin paakun pysymistä koossa. Kasvatusarkin kennotilavuuden tuleekin tällöin olla pieni, jotta juuristo ehtii sitoa sen ennen koulimista. Pieneen kennoon juuripistokas on pistettävä pystyasentoon. Pistettäessä pistokkaat pystyasentoon pieniin kennoihin olisi koneellinen paakku paakkuun -menetelmä mahdollinen.

Metsäntutkimuslaitoksen Suomenjoen tutkimusasemalla keväällä ja kesällä 2003 tehdyissä kokeissa haluttiinkin selvittää, onko juuripistokkaan pistämisasennolla merkitystä taimien alkukehitykseen ja kasvuun. Tutkimuksissa selvitettiin, voidaanko juuripistokkaat pistää pystyasentoon sekä onko juuripistokkaiden latva- ja tyvipää tiedettävä pistokkaita pistettäessä pystyasentoon. Vertailuna käytettiin tällä hetkellä käytössä olevaa pistokkaiden asettamista vaakaan.

Kokeissa pistokkaita asetettiin neljään eri asentoon. Latvapää alaspäin eli juuren alkuperäisen kasvusuunnan mukaisesti pistokkaita

pistettiin pystysuoraan sekä viistoon 45° kulmaan. Pystysuoraan pistettiin myös pistokkaita, joiden latvapää oli ylöspäin eli juurenpalat olivat juuren alkuperäiseen kasvusuuntaan nähden ylösalaisin. Lisäksi pistokkaita asetettiin vaakasentoon. (Kuva 1)

Pistokkasennon merkitys taimien kehityksessä

Pistokkaat pistettiin kasvatuskennoihin, joissa ne sekä versoontuivat että juurtuivat. Ensimmäiset versot ilmestyivät pistokkaisiin 1–2 viikon aikana pistokkaiden pistämisestä. Kuuden viikon aikana parhaiten versoontuivat vaakaan pistetyt juuripistokkaat, joista versoontui yhteensä 68 %. Pystyyn kasvusuuntaan nähden oikeinpäin ja viistoon pistetyt pistokkaat versoontuivat noin kymmenen prosenttiyksikköä heikommin. Selvästi heikoiten versoontui pystyyn ylösalaisin pistetyt juuripistokkaat, joista samassa ajassa versoontui vain 38 %.

Koulintahetkellä noin kuuden viikon kuluttua pistokkaiden pistämisestä juurtumisprosentti oli lähes sama vaakaan, pystyyn tyvipää ylöspäin ja viistoon pistetyillä pistokkailla. Ainoastaan pystyyn ylösalaisin alkuperäiseen kasvusuuntaan nähden pistettyjen pistokkaiden juurtuminen oli 25–45 % heikompi.

Kaikissa pistokkasennoissa juuret kehittyivät pääsääntöisesti juurenpalan latvaosaan ja versot tyviosaan. Eikä pistokkaan asennolla ollut vaikutusta kyseiseen ominaisuuteen. Ylösalaisin juuren alkuperäiseen kasvusuuntaan nähden pistetyt pistokkaat versoontuivat ja juurtuivat hitaasti juuri tästä syystä.

Kuivapainon kertyminen pystyyn ylösalaisin pistettyihin pistokkaisiin oli heikompaa kuin muilla pistokkasennoilla. Muiden pistokkasentojen lehtien, versojen ja juurien kuivapainojen kertyminen eivät juurikaan poikenneet toisistaan. Kasvukauden päättyessä ei eri asentoon pistettyjen pistokkastaimien välillä ollut kuitenkaan enää havaittavissa eroja niin pituuden, läpimitan kuin kuivapainojenkaan suhteen.

Latva- ja tyvipää tiedettävä pistokasta pistettäessä pystyasentoon

Taimien kasvattaminen pystyasentoon pistetyistä juuripistokkaista on mahdollista. Juuripistokastuotantongelmat, kuten versoontumisen hitaus ja eriaikaisuus sekä huono juurtuminen eivät kuitenkaan tämän tutkimuksen perusteella parane pistokkasentoa muuttamalla. Toisaalta pystyyn tyvipää ylöspäin asetetut pistokkaat eivät myöskään olleet merkittävästi heikompia, mitattujen tunnusten perusteella, vaakasentoon verrattuna. Tärkeää pistettäessä pistokkaita pystyasentoon on kuitenkin tietää pistokkaan latva- ja tyvipää. Pystyyn latvapää ylöspäin asetettujen juuripistokkaiden kehitys oli hidasta ja heikompaa verrattuna muihin pistokkasentoihin. Pistettäessä juuripistokkaat pystyyn tulee siis juurenpalan tyvipää asettaa aina ylöspäin.

Elise Stenroos, Metsäekologian laitos, PL 27,
00014 Helsingin yliopisto.
elise.stenroos@helsinki.fi

KUUSEN SIEMENVILJELMÄSIEMENTEN ITÄVYYS SÄILYI, MUTTA HIDASTUI LYHYTAIKAISESSA PAKKASVARASTOINNISSA – OPINNÄYTETYÖN ESITTELY

Luolavirta, Veera. 2004, Kuusen (*Picea abies* L.) siemenviljelmäsiementen itämistunnusten varastointikestävyys, 42 s. + 6 liitettä. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Luonnonvara-ala, Metsätalouden koulutusohjelma

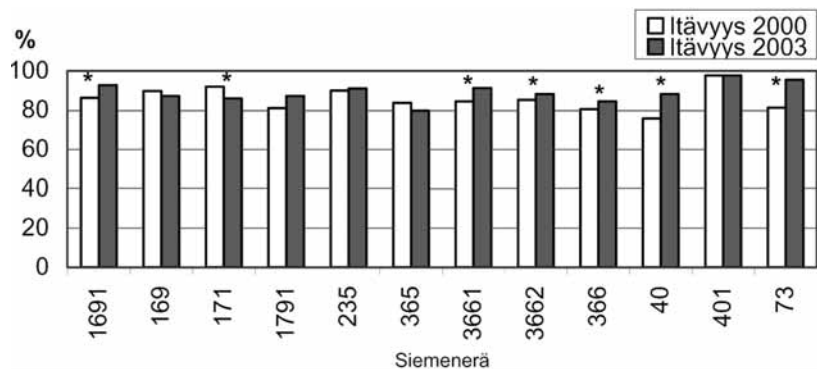
Kuusen kukinnan ja käpysädon suuri vuosittainen vaihtelu tuo toistuvia ongelmia siemen- ja taimihuoltoon. Taimituotantoa onkin kehitetty entistä enemmän siemenviljelmiltä kerättyjen siementen varaan, mutta erilaiset käpy- ja siementuhot huonontavat laatua myös siemenviljelmillä. Hyvälaatuisia kuusen siemensatoja saadaan vain harvoin ja sen vuoksi siemeniä joudutaan varastoimaan useamman vuoden käyttöä varten. Pitkäaikainen varastointi taas huonontaa siementen elinvoimaa ja tämä puolestaan vaikuttaa kylvösten tasaisuuteen ja kehittyviin taimimääriin.

Vuoden 2000 siemensato runsas, mutta varastokestävyys vaihteleva

Vuonna 2000 saatiin poikkeuksellisen runsas kuusen käpy- ja siemensato. Tarkemmissa tutkimuksissa kuitenkin havaittiin, että päältäpäin terveen näköisissä siemenissäkin saattoi olla kuoren sisäpuolella sienten aiheuttamia vaurioita. Rakennevauriot taas ovat osasyynä siementen itävyyden huononemiseen varastoinnin aikana. Tässä työssä tutkittiin vuonna 2000 tuleentuneiden, hyvälaatuisiksi arvioidujen kuusen siemenviljelmäsiementen itämistunnusten säilymistä lyhytaikaisessa pakkasvarastoinnissa.

Taulukko 1. Idätyskokeissa tutkittujen kuusen siemenviljelmien tunnukset.

Siemenviljelmä	Sijaintikunta	Käyttöalue	Kantapuiden sijainti
Sv 40 Kivimäki	Jäppilä	990–1190 d.d.	1150–1180 d.d.
Sv 73 Onkimaa	Tammela	1110–1310 d.d.	1110–1310 d.d.
Sv 169 Riihimäki	Kuorevesi	870–1070 d.d.	880–1110 d.d.
Sv 171 Isoaho	Tammela	1110–1310 d.d.	1200–1310 d.d.
Sv 179 Svartbäck	Inkoo	1140–1340 d.d.	1200–1310 d.d.
Sv 235 Sillanpää	liitti	1020–1220 d.d.	1180 d.d.
Sv 365 Paronen	Joutsa	850–1030 d.d.	750–990 d.d.
Sv 366 Paronen	Joutsa	890–1090 d.d.	900–990 d.d.
Sv 401 Taimiharju3	Luumäki	1250–1350 d.d.	1200–1280 d.d.



Kuva 1. Kolme vuotta varastoitujen (–18°C) kuusen siementen 21 vrk:n itävyys (* 0,05 Merkitsevyyss merkein merkitsevä)

Tutkimusaineistona oli vuonna 2000 tuleentuneita kuusen siemeniä yhdeksältä siemenviljelmältä, joiden käyttöalueet sijoittuvat lämpösumma-alueelle 850–1350 d.d. (taulukko 1). Pohjoissuomalaisten kantapuiden varteista perustetuilta Riihimäen (Sv 169) viljelmältä siemeniä oli kerätty kahtena ja Parosen (Sv 366) viljelmältä kolmena ajankohtana.

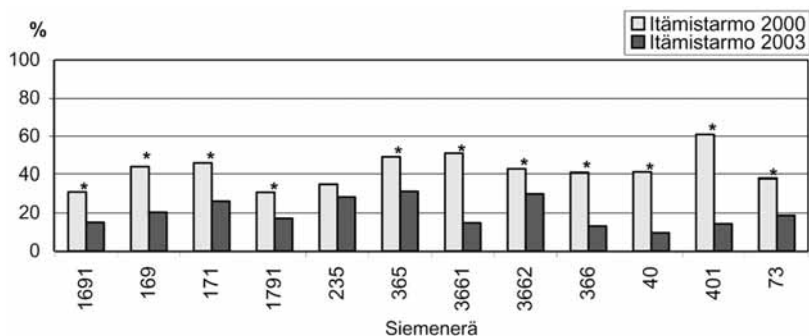
Kolme vuotta varastoitujen (–18°C) siementen idätyskokeissa noudatettiin ISTA:n (1999) ohjeita muutoin paitsi luokittelemalla itäneiksi siemenet, joiden alkeisjuuren ja -varren yhteispituus on vähintään kolmen siemenkuoren mittainen.

Tutkittujen kuusen siemenviljel-

mäsiementen itävyys oli jo alun perin hyvä vaihdellen 75 ja 98%:n välillä ja niiden itävyys säilyi verrattain hyvin kolme vuotta kestäneen varastoinnin ajan –18°C:n lämpötilassa (kuva 1). Noin puolessa siemenieristä itävyys oli jopa parantunut varastoinnin aikana, enimmäkseen lähes 15%. Kolmessa siemenierässä itävyys sitä vastoin huononi ja suurin muutos 6% osoittautui myös tilastollisesti merkitseväksi.

Itämistarmo heikentyi varastoinnin aikana

Siementen itäminen oli sitä vastoin ollut hidasta jo alkuidätysko-



Kuva 2. Kolme vuotta varastoitujen (-18 °C) kuusen siementen 7 vrk:n itämistarmo (* 0,05 Merkitsevyys melkein merkitsevä)

keessa, jossa itämistarmo oli vaihdellut 61 ja 31 %:n välillä (kuva 2). Itämistarmo huonontui vielä varastoinnin aikana kaikissa siemenerissä ja se vaihteli 31:stä 10 %:iin. Itämisen hidastuminen osoittautui myös tilastollisesti merkitseväksi yhtä idätyserää lukuun ottamatta.

Hyvä itävyys ja itämistarmo eivät aina yhdistyneet näissä siemenerissä. Siemenerässä (Sv 401), jossa oli paras itävyys ja itämistarmo ennen varastointia, itävyys säilyi ennallaan myös kolme vuotta kestäneen varastoinnin ajan. Sitä vastoin itämistarmo huonontui jyrkemmin kuin muissa siemenerissä, peräti 46 %.

Pohjoisempaa vartealkuperää olevissa kuusen siemenissä itävyys huonontui varastoinnin aikana enemmän kuin saman viljelmän eteläisempää alkuperää olevissa siemenissä. Eri ajankohtina samalta viljelmältä kerättyjen kolmen siemenerän itävyys taas kohosi varastoinnin aikana keskimäärin 4 %, kun taas itämistarmo laski enimmillään 36 % elokuun lopussa kerätyssä erässä.



Itämistarmon huonontumisen syyinä mm. tuleentumattomuus ja sienitaudit

Tulokset osoittivat kuusen siemenviljelmäsiementen itävyyden säilyvän hyvin pakkaslämpötilassa ainakin kolme vuotta. Sitä vastoin itämistarmo, jota pidetään siementen elinvoimaisuuden ilmaisijana, huonontui poikkeuksellisen jyrkästi. Syyinä voivat olla mikroskopialla havaitut sienitautien aiheuttamat vauriot siemenkuoren sisäisissä suojarakenteissa, jotka vaikuttavat siementen varastosäilyvyyteen. Myös siementen keräysajankohdasta on saattanut vaikuttaa siementen tuleentumiseen ja säilymiseen. Tätä osoitti elokuun lopussa kerätyn siemenerän itämistarmon selvä huononeminen. Riittävästä lämpösummasta huolimatta siementen pintarakenteet saattoivat olla vielä kemiallisesti kypsymättömiä. Kemiallisten muutosten tiedetään jatkuvan vielä viikkoja sen jälkeen, kun alkio ja vararavintosolukko ovat jo täysikokoisia ja lämpösummaa ei enää kerry.

Veera Luolavirta, Rovaniemen ammattikorkeakoulu

VÄLIRAPORTTI POHJAVESIEN TORJUNTA-AINEPITOISUUKSIEN KARTOITUKSESTA ETELÄ-SUOMESSA

Gustafsson J. (toim.). 2004. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Suomen Ympäristökeskuksen moniste 299. 64 s.

Suomen ympäristökeskus on yhdessä alueellisten ympäristökeskusten, ympäristö-, maa- ja metsätalous- sekä sosiaali- ja terveystieteiden, Ratahallintokeskuksen, Tiehallinnon, Vesi- ja viemäri-

syhdistyksen ja Lahden tutkimuslaboratorion kanssa käynnistänyt tutkimuksen torjunta-aineiden esiintymisestä pohjavedessä. Ko. julkaisu on tutkimuksen väliraportti ja siinä julkaistaan analyysitulokset vuosina 2002 ja 2003 kerätyistä pohjavesinäytteistä. Näytteiden keräystä jatketaan tänä ja ensi vuonna, ja tutkimuksen loppuraportti valmistuu vuonna 2006.

Raportin sisällöstä

Raportissa kerrotaan laajasti torjunta-aineista. Luvussa ”torjunta-aineet” kuvataan lyhyesti torjunta-aineiden ennakkotarkastuksen periaatteet, kerrotaan torjunta-aineiden käyttömääristä Suomessa sekä keskustellaan talousveden laatuvaatimusten raja-arvoista verrattuna WHO:n antamiin ohjeisiin.

Taulukko 1. Näytteiden kerääminen pohjavesialueilta, havaintopisteistä sekä kokonaisnäytemäärät. Torjunta-aineiden esiintyminen alueittain, havaintopisteittäin ja näytteittäin sekä talousveden raja-arvon, 0,1 µg/l, ylittäneiden näytteiden lukumäärät. (lähde: Gustafsson 2004).

Ympäristö- keskus	Analysejä tehty, kpl			Torjunta-aineita löytyi, kpl			Torjunta-aineen pitoisuus yli 0,1 µg/l, kpl		
	alueet	pisteet	näytteet	alueet	pisteet	näytteet	alueet	pisteet	näytteet
Uusimaa	17	57	77	14	32	49	5	10	13
Häme	15	30	30	5	7	7	1	3	3
Kaakkois-Suomi	11	20	20	4	5	5			
Yhteensä	43	107	127	23	44	61	6	13	16
%				53	41	48	14	12	13

Luvussa ”torjunta-aineiden pohjavesiseurannasta” kuvataan aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia sekä niiden keskeisiä tuloksia. Tässä luvussa oman kappaleensa on saanut ”taimitarhojen torjunta-ainetutkimus”, jossa kerrotaan vuosina 1983–1987 Suonenjoen ja Juuan metsätaimitarhoilla tehdystä tutkimuksesta. Tässä tutkimuksessa lysimetri- ja lähdevesistä löydettiin atratsiinia (Gesaprim) ja kvintotseenia (Avicol) (Mälkki ym. 1988). Luvussa kerrotaan myös talousveden laadunvalvonnasta. Suurten vesilaitosten jakamasta vedestä tehtiin vuonna 2002 yhteensä 7860 torjunta-aineanalyysia, joista yhdestäkään ei löydetty torjunta-aineita raja-arvon (0,1 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia (Zacheus 2004).

Erillisessä luvussa kerrotaan tarkemmin ”torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä -hankkeesta” sekä analyyseissä käytetyistä menetelmistä. Hankkeen pohjana on Uudenmaan ympäristökeskuksen vuonna 2002 tekemä selvitys torjunta-aineiden esiintymisestä pohjavedessä Hanko–Hyvinkää välillä. Vuonna 2003 tutkimusta jatkettiin ensimmäisellä Salpausselällä ja mukaan tulivat myös Hämeen ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskukset. Ensimmäinen Salpausselkä valittiin, koska se on yksi merkittävimmistä pohjavesivarastoista Suomessa, ja sinne on keskittynyt runsaasti pohjaveden puhtaudelle riskiä aiheuttavaa toimintaa, kuten maa- ja metsätaloutta, kaupunkikeskuksia, maa- ja rautateitä.

Näytteenottokohteiksi valittiin alueita, joilla mahdollisesti sijaitsee tai on sijainnut torjunta-aineita käyttävää toimintaa. Pohjavesialueet on kuvattu seikkaperäisesti luvussa ”aluekohtaiset kuvaukset”.

Näytteistä mitattiin 100 torjunta-ainetta ja näytteitä haettiin 43 pohjavesialueelta

Analyyseissä oli mukana rikkakasvien, kasvitautien ja tuhohyönteisten torjuntaan käytettyjä tehoaineita. Vuonna 1996 metsätarhoilla eniten käytetyistä aineista analysoitiin mm. terbutylatsiini (Gardoprim-Neste), klorotaloniili (Bravo), propikonatsoli (Tilt), triadimefoni (Bayleton), permetriini (Gori) ja dimetoaatti (Roxion, R-Dimetoaatti).

Näytteitä kerättiin 43 pohjavesialueelta Hangosta Simpeleelle. Noin puolella alueista näyte otettiin yhdestä pisteestä, kolmanneksella kahdesta pisteestä ja lopuilla useammasta pisteestä, Lohjanharjun alueelta jopa 13 pisteestä. Kaikkiaan näytepisteitä oli 107. Kesänäytteiden lisäksi 14 pisteestä, joista oli löytynyt torjunta-aineita, haettiin toinen näyte syksyllä ja yhdestä pisteestä kaksi näytettä kuukauden välein. Neljästä näytteestä tehtiin analyysit kahdessa eri laboratoriossa. Kaikkiaan näytteitä analysoitiin 127 (taulukko 1). Taulukkoa 1. ei löydy sellaisenaan raportista, vaan sen tiedot on koottu tekstistä ja liitteistä.

Näytteistä löytyi rikkakasvien torjunnassa käytettyjä torjunta-aineita

Torjunta-aineita löytyi noin puolesta pohjavesialueista, eniten Uudeltamaalta (taulukko 1). Suuntaa-antavasti voisi sanoa, että torjunta-aineita ei löydetty saman pohjavesialueen kaikista havaintopisteistä. Sen sijaan niistä näytteistä, joista oli kesällä löytynyt torjunta-aineita, havaittiin myös syksyllä samoja tehoaineita.

Näytteistä löydettiin atratsiinia ja sen kolmea hajoamistuotetta, simatsiinia sekä viittä muuta tehoainetta (taulukko 2). Niistä näytteistä, joista löydettiin torjunta-aineita, vain neljässä ei havaittu atratsiinia tai sen hajoamistuotteita. Vain kuudesta näytteestä, joissa oli atratsiinia tai sen hajoamistuotteita, ei löydetty simatsiinia. Terbutylatsiinia havaittiin 12 näytteessä ja kaikissa niissä oli atratsiinia ja useimmissa simatsiinia.

Atratsiini poistui markkinoilta 1990-luvun alussa, viimeisten simatsiini-valmisteiden käyttö päättyy tänä vuonna ja viimeiset terbutylatsiinia sisältäneet valmisteet poistuivat markkinoilta vuonna 2003. Tulosten lisäksi raportissa on melko laajasti kuvattu pohjavesistä löytyneiden tehoaineiden ominaisuuksia niiden aiheuttaman ympäristöriskin kannalta.

Taulukko 2. Torjunta-aineita sisältävien pohjavesinäytteiden lukumäärät jaoteltuna löytyneen torjunta-aineen pitoisuuden mukaan: talousveden torjunta-ainepitoisuudelle asetetun raja-arvon, 0,1 µg/l, ylittäneet näytteet, talousveden raja-arvon alittaneet ja ko. torjunta-aineen määrittäjärajaa ylittäneet sekä määrittäjärajaa alittaneiden näytteiden lukumäärät. Kunkin löydetyn torjunta-aineen määrittäjäraja ja suurin löydetty pitoisuus esitetään myös. Kaikkiaan näytteitä analysoitiin 127 kappaletta. (lähde: Gustafsson 2004)

Kauppainimi (mm.)	Tehoaine	Näytteiden lukumäärä, joissa			torjunta-ainetta	Määrittäjäraja, µg/l	Suurin pitoisuus, µg/l
		pitoisuus yli talousveden raja-arvon 0,1 µg/l	pitoisuus alle 0,1 µg/l, mutta yli määrittäjärajan	pitoisuus alle ko. aineen määrittäjärajan			
Gesaprim 50	Atratsiini	10	20	18	48	0,005	0,34
	DEA	6	16	14	36	0,02	0,16
	DIA	0	5	8	13	0,02	0,09
	DEDIA	6	3	16	25	0,1	0,43
Simatsin-Neste	Simatsiini		8	23	31	0,01	0,03
Brominal	Bromasiili	1	3		4	0,01	1,00
Velpar L	Heksatsinoni	3	4	4	11	0,02	0,9
Gardoprim-Neste	Terbutylatsiini		8	4	12	0,005	0,056
Basagran	Bentatsoni		2		2	0,01	0,04
Useita valmisteita	Mekoproppi		1	1	2	0,01	0,01
Yhteensä		14	46	50	110		
%		13	42	45			

DEA – desetyyliatratsiini, DIA – desisopropyliatratsiini, DEDIA – desetyyli-desisopropyliatratsiini

Nykylaitteilla pystytään mittaamaan entistä pienempiä pitoisuuksia

Kemiallisten analyysilaitteistojen kehittymisen ansiosta näytteistä voidaan mitata kemiallisten aineiden ja yhdisteiden entistä pienempiä pitoisuuksia luotettavasti. Tässä tutkimuksessa laboratorio oli antanut tehoaineesta riippuen määrittäjärajaksi pitoisuudet 0,02–0,005 µg/l (= 0,000000005 g/l). Tätä pienemmätkin pitoisuudet olivat havaittavissa, mutta niiden tarkkaa arvoa ei enää annettu.

Torjunta-aineiden pitoisuuksille pohjavesissä ei ole määritetty mitään raja-arvoa. Kun pohjavettä käytetään talousvetenä, voidaan yksi raja-arvo löytää talousveden laatuvaatimuksista (Sosiaali- ja terveysministeriö 2000). Niissä on määritetty, että yksittäisen torjunta-aineen tai sen hajoamistuotteen pitoisuus talousvedessä saa olla korkeintaan 0,1 µg/l ja useiden torjunta-aineiden yhteispitoisuus saa olla enintään 0,5 µg/l.

Raportissa onkin jaoteltu analyysituloksia kolmeen eri ryhmään: talousveden raja-arvon ylittäneet pitoisuudet, talousveden raja-arvon alittaneet, mutta ko. tehoaineen määrittäjärajaa ylittäneet pitoisuudet ja ko. tehoaineen määrittäjärajaa alittaneet pitoisuudet (taulukko 2). Taulukkoa 2 ei myöskään löydy sellaisenaan raportista, vaan sen tiedot on koottu tekstistä ja liitteistä.

Päästölähteet eivät selviä tämän aineiston perusteella

”Tulosten tarkastelussa” on pohdittu mm. sitä, voisiko alueen maankäyttömuoto eli pelto-, metsä- tai tiealueiden runsaus selittää torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedessä. Tutkimuksen tässä vaiheessa loppupäätelmänä on, että tämän aineiston perusteella ei voida päätellä, mitkä toiminnot ovat aiheuttaneet torjunta-aineiden pääsyn pohjaveteen.

Raportista löytyy karttalehdet tutkituista pohjavesialueista. Näille

karttalehdille on merkitty havaintopisteiden sijainnit ja torjunta-aineiden löytyminen eri pisteistä. Kiinnostuneet lukijat voivat hakea raportin pdf-version liitteeseen ympäristöhallinnon www-sivuilta (www.ymparisto.fi) menemällä Suomen ympäristökeskuksen sivuille ja hakemalla sieltä vuoden 2004 moniste-sarjan julkaisut.

Kirjallisuus

- Mälkki, E., Sihvonen, K. ja Suokko, T. 1988. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. II Taimitarhat. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 50. 37 s.
- Sosiaali- ja terveysministeriö. 2000. Asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. N:o 461.
- Zacheus O. 2004. Sähköpostiviesti. Tutkimuksen tuloksia julkaistaan Vesitalous-lehdessä 4/2004.

Marja-Liisa Juntunen, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema, Juntintie 154, 77600 Suonenjoki.
marja-liisa.juntunen@metla.fi

Kääntömätästys edistää istutustaimikon vakiintumista paremmin kuin laikkumätästys

Hallsby, G. & Örlander, G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. *Forestry* 77: 107–117.

Maanmuokkaus edistää tutkitusti taimien menestymistä istutuksen jälkeen. Muokkaukset edistävät ravinteiden saatavuutta, lisäävät lämpötilaa ja parantavat maan rakennetta.

Toisaalta kesän hellejaksoina sekä kevätahavan vuoksi taimet voivat erityisesti kohoumissa kärsiä vedenpuutteesta. Lisäksi voi esiintyä roustetuhoja. Kohoumat voivat myös haitata enemmän ympäristöä ja heikentää monikäyttömahdollisuuksia. Kääntömätästys, jossa maa-aines käännetään paikallensa eikä kuopan viereen, voi vähentää näitä laikkumätästysten ongelmia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla laajasti koko Ruotsin alueella laikku- ja kääntömätästysten vaikutusta kuusentaimien kasvuun ja kuolleisuuteen. Lisäksi pyrittiin selvittämään maan häiriintymisen tasoa. Tutkimus käsitti 12 kenttakoetta, jotka oli perustettu 1–2 -vuotiaille hakkuualoille podsolimaannoksilla leveysasteiden 57–65° välillä.

Päätulokset

- ◆ Taimien elossaolo oli keskimäärin parempi kääntömätästykseen (78 % viisi vuotta istutuksen jälkeen) kuin laikkumätästyksessä (65 %) tai muokkaamattomissa kohdissa (57 %).
- ◆ Myös pituuskasvu oli keskimäärin paras kääntömätästyksessä (46 cm). Laikkumätästyksessä (42 cm) oli parempi kuin muokkaamattomissa kohdissa (32 cm).
- ◆ Kääntömätästyksen intensiivisyyden lisäys (2500 => 3500 kohtaa/ha) ei vaikuttanut taimien kasvuun tai kuolleisuuteen.
- ◆ Maan pintaprofiilin (eli korkeustasojen) muutosta esiintyi kääntömätästyksessä vain 15 % ja laikkumätästyksessä 40 %, kun istutuskohtien tavoitemäärä oli 2500 kpl/ha.
- ◆ Maanpinnan kokonaishäiriintymisen (pinta-alasta) oli kuitenkin samaa tasoa kummallakin mätästyksellä.
- ◆ Kääntömätästyksellä voidaan suositella pääosalle boreaalisia normaaleja istutusaloja, joilla otot vastaavat tutkittuja ruotsalaisia alueita.
- ◆ Maan kokonaishäiriintymistä kääntömätästyksessä voidaan vielä vähentää kehittämällä mätästyksessä käytettäviä kaivurin kauhoja.

Juha Heiskanen

Mekaanisissa tukkimiehentäisuojuissa useita vaihtoehtoja

Petersson, M., Örlander, G. & Nilsson, U. 2004. Feeding barriers to reduce damage by pine weevil (*Hylobius abietis*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 48–59.

Tukkimiehentäi on yksi pahimpia tuhonaiheuttajia vasta istutetuilla uudistusaloilla. Kemiallinen torjunta pitää tuhot siedettävällä tasolla, mutta Ruotsissa todennäköisesti ollaan luopumassa siitä kokonaan. Muita keinoja taimien suojaamiseksi tukkimiehentäin syöntiä vastaan olisi löydettävä, minkä vuoksi lukuisia erilaisia mekaanisia suojuja on kehitetty ja niiden testaamiseksi on Ruotsissa olemassa myös testausstandardi. Standardin mukaan pitää saada vastaus seuraaviin kysymyksiin: Mikä on mekaanisten suojujen suojaava vaikutus verrattuna insektisidi-käsittelyyn (permetriiniin) tai jos taimia ei suojata lainkaan? Kuinka pitkään suojuet kestävät? Riippuuko tukkimiehentäin tuhojen määrä taimea ympäröivän pintakasvillisuuden runsaudesta? Onko suojuilla taimelle haitallisia vaikutuksia, mikä voisi alentaa kasvua ja elossaoloa? Sekä voivatko linnut ja nisäkkäät rikkoa suojuja ja siten vähentää mekaanisten suojujen suojaavaa vaikutusta.

Tutkimuksessa verrattiin permetriinikäsittelyihin ja käsittelemättömiin taimiin viittä ruiskutettavaa tai maalattavaa suojakerroksiin perustuvaa valmistetta (Acrylic-latex, Beta Q, Bugstop, Gluelsand, Tar), kolmea suojavaa ilman kaulusta (Helast nio, Hylostop, The seedling cone) sekä kolmea suojavaa kauluksella (Snap guard, Stoppaer, KANT). Suojat ovat mekaanisia esteitä, jotka eivät kosketa taimen kuorta, kun taas suojakerros on tai-

men rankaan ruiskutettava tai maalattava neste, joka muodostaa ohuen kerroksen kuoren päälle.

Päätulokset

- ◆ Suojakerrosvalmisteet ja suojat ilman kauluksia estivät tukkimiehentäin tuhoja verrattuna käsittelemättömiin taimiin, mutta ne eivät antaneet yhtä hyvää suojaa kuin permetriini. Kauluksilla varustetut suojat olivat yhtä tehokkaita kuin permetriinikin suojaamaan taimia.
- ◆ Erilaisilla valmisteilla tehdyt suojakerrokset eivät kestäneet yhtä pitkään taimen pinnalla kuin erilaiset suojat. Kolmen vuoden jälkeen 54 % kauluksettomista ja 76 % kauluksellisista suojista oli ehjiä. Vain 15 % suojakerrosvalmisteista säilyi 3 vuotta.
- ◆ Jos ympäröivä kasvillisuus koskettaa mekaanista suojaa, vakavien tukkimiehentäin tuhojen osuus kasvoi. Permetriinillä käsitellyillä taimilla pintakasvillisuus ei vaikuttanut tuhoihin.
- ◆ Suojakerroksin käsitellyillä taimilla tunnistamattomien tuhojen osuus oli suurempi kuin muissa käsitelyissä viitaten myrkkyyvaikutuksiin tai siihen, että vahat yms. aineet estävät taimien kaasuaineenvaihduntaa tai muita elintoimintoja.
- ◆ Lintujen ja nisäkkäiden aiheuttamat vauriot suojiin vaihtelivat koealueittain, kuitenkin niin, että suojakerroksin käsitellyillä taimilla niiden aiheuttamat vauriot olivat vain 0,2 %.
- ◆ Permetriinillä käsitellyt ja eloonjääneet taimet kasvoivat pituutta paremmin kuin käsittelemättömät tai erilaisin mekaanisin suojin varustetut taimet.
- ◆ Taimisuoja, joissa on kaulus estivät tuhoja tehokkaammin kuin kauluksettomat suojat.

Jaana Luoranen

Koivun taimien pakkaskestävyyden mittarit vertailussa

Luoranen Jaana, Repo Tapani ja Lappi Juha. 2004. Assessment of the frost hardiness of shoots of silver birch (*Betula pendula*) seedlings with and without controlled exposure to freezing. Canadian Journal of Forest Research 34: 1108–1118.

Koivun taimien karaistumista on mahdollista seurata sekä ilman pakkasaltistusta että altistamalla taimet pakkaslämpötiloihin ja määrittämällä sen jälkeen taimien vauriot erilaisin menetelmin. Tutkimuksessa selvitettiin eri pakkasvaurioiden määrittäminen eroja.

Menetelminä käytettiin ionivuototestiä, jossa heti pakkasaltistuksen jälkeen määritettiin solukoiden vaurioituminen vesiliuoksen johtokyvyn avulla sekä visuaalista vauriomäärittystä, jossa kahden viikon kuluttua altistuksesta arvioitiin katkaistusta ja halkaistusta versonpätäkstä jäljen/nilan vaurioituneisuus. Kolmantena menetelmänä oli kokotaimitesti, jossa kokonaisina altistettujen taimien vauriot määritettiin kasvutestissä lepokauden jälkeen seuraavana talvena.

Taimitarhoille pakkaskestävyyden ilmaiseminen lämpötilana, jossa puolet taimierästä tuhoutuu, ei ole kovin hyvä tunnus. Tarkoituksenmukaisempi lienee ennuste siitä, missä lämpötilassa esimerkiksi 10 % taimierästä vaurioituu. Siksi työssä selvitettiin mahdollisuutta laskea lämpötiloja, jotka aiheuttivat 50 % ja 10 % ionivuodon tai rankavaurion sekä kokotaimitestissä lämpötilan, jossa 50 % tai 10 % taimista vaurioituu tai kuolee.

Eri menetelmillä saatuja pakkaskestävyysarvoja vertailtiin keskenään sekä ilman altistusta saatuihin taimien latvan vesipitoisuus- että sähköisiin impedanssitunnuksiin.

Päätulokset

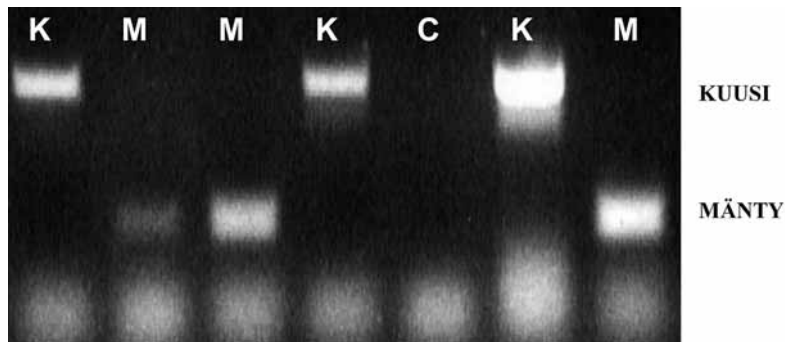
- ◆ Paljon työtä vaativaa ionivuototestiä käytettäessä pakkaskestävyyssennusteet saadaan viikon kuluttua pakkasaltistuksesta ja menetelmä soveltuu varhaiskarsuun. Taimien karaistuessa riittävästi ionivuoto solukoista vähenee eikä menetelmä enää enusta todellisia rankavaurioita.
- ◆ Määrittäessä rankavauriot visuaalisesti katkaistuista versonpätäkistä tulos saadaan kahden viikon kasvatuksen jälkeen. Myöhäisyyksyllä menetelmä antama tulos on luotettavampi kuin ionivuototestissä.
- ◆ Kokotaimitestissä, jossa vaurioituminen määritetään kasvuun lähtönä ja puhjenneiden lehtien kokona, tulos saadaan vasta lepokauden jälkeen aikaisintaan altistusta seuraavana vuoden keväällä.
- ◆ Ionivuototestillä saatu lämpötila, jossa ionivuoto oli 50 %, vastasi hyvin lämpötilaa, jossa visuaalisella vaurioarvioinnilla saatu rankavaurio oli 50 %, puolet taimista vaurioitui tai 10 % taimista kuoli elävyydestä.
- ◆ Kun pakkaskestävyys oli –10 °C tai huonompi, latvan vesipitoisuus laski syksyllä. Myöhemmin pakkaskestävyyden nopeasti parantuessa vesipitoisuus ei enää muuttunut.
- ◆ Käytettäessä impedanssimenetelmää ilman altistusta solunsisäinen ja ulkoinen resistanssi suurenevät pakkaskestävyyden parantuessa. Menetelmä on lupaava, mutta tarvitsee vielä paljon kehitystyötä, ennen kuin se on soveltuva käytännön taimitarhakäyttöön.
- ◆ Vaikka ilman altistusta määritetyt vesipitoisuus- tai impedanssitunnuksukset muuttuvatkin karaistumisen myötä, niiden avulla ei voida ennustaa koivun paakkutaimien verson todellista pakkaskestävyyttä.

Jaana Luoranen

METLAN TUNNISTUSPALVELU: PIKATESTI JUURIKÄÄPÄLAJIN MÄÄRITTÄMISEKSI LAHOPUUSTA

Kuusen tyvilaho ja männyn tyvitervastauti ovat sienitauteja, joiden merkitys talousmetsissämme on vuosi vuodelta lisääntynyt – nykyisellään vuosittaiset taloudelliset tappiot ovat kymmenien miljoonien eurojen luokkaa. Syynä juurikääpien lisääntymiseen ovat olleet erityisesti kesähakkuut, jotka ovat paljastaneet tuoreita kantojen leikkauspintoja juurikääpien levittämien itiöiden kasvualustaksi. Kesähakkuut ovat tarpeellisia teollisuuden raaka-ainehuollon takia, minkä vuoksi on ollut tarpeen kehittää myös kesähakkuut sallivia sienien torjuntamenetelmiä. Tutkijat ovat viimeisten vuosikymmenien aikana kehittäneet useita menetelmiä juurikääpien leviämisen rajoittamiseksi. Näin ovat syntyneet sekä juurikäävän biologinen ja kemiallinen torjunta että sienien infektoimien kantojen poistaminen hakkuu-alalta.

Vanhastaan tunnetaan myös puulajikierron tehokkuus juurikäävän torjunnassa. Tätä menetelmää rajoittavat puiden kasvupaikkavaatimukset ja toisaalta se, että männynjuurikäpä pystyy kasvamaan sekä kuusella että männyllä. Tästä syystä männynjuurikäävän saastuttamaa kuusikkoa ei kannata uudistaa männylle, koska sieni kykenee siirtymään vanhoista kuusen juurista uuteen mäntysukupolveen. Metsänuudistajan kannalta keskeisen ongelman tässä muodostaa se, että kuusen- ja männynjuurikäävän erottaminen toisistaan ei onnistu kenttäolosuhteissa, vaan vaatii tarkkoja laboratoriotutkimuksia.



Esimerkki kuusenjuurikäpälaajin analysistä. Näytteet sisältävät joko kuusen- (K) tai männynjuurikäpä (M), paitsi kontrollinäyte (C), joka on tehty terveestä puusta. Kuusen kolme merkkiä näkyy ylempänä ja männyn kaksi merkkiä alempana. Terveestä puusta tehdyn kontrollinäytteen kohdalla ei näy kumpaakaan kuusen tai männyn merkeistä.

Nopea testi erottaa kuusen- ja männynjuurikäävän

Metsäntutkimuslaitoksessa on kehitetty molekyylibiologinen tunnistusmenetelmä, jonka avulla tyvilahoisesta kuusesta voidaan nopeasti ja luotettavasti määrittää juurikäpälaaji. Koska juurikäpälaajin tunnistaminen on tähän asti ollut työlästä, ei juurikäävän tunnistuspalvelua ole aiemmin tarjottu käytännön metsätalouden tarpeisiin. Nyt kehitetty tunnistamismenetelmä kuitenkin mahdollistaa juurikäävän tunnistuspalvelun metsänomistajille. Palvelun hyödyntämistä kannattaa harkita, mikäli laho kuusikko on tarkoitus uudistaa männylle sellaisilla alueilla, joilla männynjuurikäpä esiintyy yleisesti. Mikäli omistaja aikoo uudistaa lahon kuusikon lehtipuilla, ei juurikäpälaajin tunnistamisesta ole hyötyä.

Juurikäävän tunnistaminen perustuu PCR-reaktioon, jossa lahonäytteessä olevan juurikääpäsienen rihmaston DNA:ta monistetaan koeputkessa. PCR-reaktiossa monistuu ainoastaan kuusenjuurikäpä vas-

taava geenimerkki, mikäli näyte sisältää kuusenjuurikäpä ja vastaavasti ainoastaan männynjuurikäpä vastaava geenimerkki, mikäli näyte sisältää männynjuurikäpä. Geenimerkit erotetaan PCR-reaktiossa tapahtuneen monistamisen jälkeen toisistaan elektroforeettisesti, jolloin voidaan nähdä, mitä DNA:ta näyte on sisältänyt, eli kumpi juurikäpä on aiheuttanut kuusen tyvilahon.

Käytännössä juurikäpälaajin testaus tapahtuu Metlan Vantaan tutkimuskeskukseen toimitettavista lahopuunäytteistä. Tällainen näyte voi olla kannosta sahattu lahoa sisältävä puukiekkko tai sellaisen sektorin. Metlassa näytteestä eristetään laboratoriossa DNA, josta analysoidaan näytteen sisältämä juurikäpälaaji. Tulos toimitetaan analyysin tilaajalle postitse.

Lisätietoja: *Professori Jarkko Hantula, Metla, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa, puh. 0102112620, sähköposti: jarkko.hantula@metla.fi*

Kasvintuotannon tarkastuskeskus KTTK

MMM *Sanna Paanukoski* (ent. Laitinen) toimii metsätarkastaja *Kirsi Taskilan* äitiysloman sijaisena. Hänen tehtäviinsä kuuluu taimitarkastusten tekeminen, perusaineiston tarkastukset ja kantatodistukset sekä taimitilastointi ja tiedottaminen.

Pohjoismaisen siemen- ja taimineuvoston (NSFP) kotisivu on osoitteessa:

<http://www.nsfp.nu>

Sivuilla neuvoston jäsenten yhteystiedot sekä tiedotteet mm. taimitarharetkeilyistä ja vuotuisista teemapäivistä.

Vuoden 2004 pohjoismainen taimitarharetkeily järjestettiin Norjassa 1.–2.9. Esitelmien lyhennelmät on tarkoitus toimittaa syksyn aikana NSFP:n kotisivulle.

Plantans Dag – Taimien kokokysymykset esillä Ruotsin taimipäivällä 27.–28.10.2004

Paikka: Borlänge, Quality Hotel Galaxen ja Bergvik Skogin taimitarha Sör Amsberg

Taimitutkimuspäivän esityksissä tarkastellaan taimikoon merkitystä istutusten onnistumiselle. Nykyisin metsänkasvatusta varten tuotetaan samanaikaisesti sekä isoja että pieniä taimia. Minitaimilla on tehty koeistutuksia ja isojen paakkutaimien tuotantoa varten kehitetään paakkutaimien koulintaa. Ruotsin metsäntutkimus (Skogforsk) ja Bergvik Skog järjestävät vuotuisen taimitarhatutkimuspäivän.

Kohderyhmänä ovat taimikasvattajat, metsäammattilaiset ja tutkijat.

Ilmoittautumiset viimeistään 8.10. mennessä *Inger Petré* puh. +46-(0)18-18 85 31 tai inger.petre@skogforsk.se

Lisää tietoja tutkimuspäivästä: www.skogforsk.se (Kurs & Konferens)

Taimiuutiset-lehti vuonna 2004

Ilmestyy

Aineisto lehteen

joulukuu vk 20.12.

19.11.

PUUPPELLO-ALTY

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



JOEBOY

