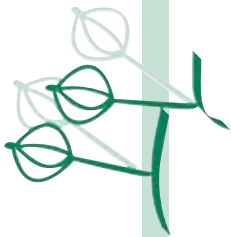


# Taimi-uutiset



## Yhteistyössä mukana

**FINFORELIA Oy**  
Hermannin aukio 3E  
PL 1058  
70100 Kuopio

**Ab Mellanå Plant Oy**  
Mellanåvägen 33  
64320 Dagsmark

**Pohjan Taimi Oy**  
Kaarreniementie 16  
88610 Vuokatti

**Taimi-Tapio Oy**  
Näsinlänkkäkatu 48 D  
PL 97  
33101 Tampere

**UPM Metsä**  
Joroisten taimitarha  
Kotkatlahdentie 121  
79600 Joroinen

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

**Taitto**  
Eija Lappalainen

**Kansikuva**  
Paljasjuuritaimien juuristo-  
ongelmia selvitettiin 1970- ja  
1980-luvuilla. (Kuva Metsän-  
tutkimuslaitos)

## Kirjoittajat

**Matti Haapanen**  
Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Matti.Haapanen@metla.fi

**Eevamaria Harala**  
Joensuun yliopisto  
Metsätieteellinen tiedekunta

**Pertti Harstela**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Pertti.Harstela@metla.fi

**Risto Heikkilä**  
Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Risto.Heikkila@metla.fi

**Katri Himanen**  
Helsingin yliopisto  
Metsäekologian laitos  
Katri.Himanen@helsinki.fi

**Jyrki Hytönen**  
Metsäntutkimuslaitos  
Kannuksen yksikkö  
PL 44, 69101 Kannus  
Jyrki.Hytonen@metla.fi

**Sauli Härkönen**  
Metsäntutkimuslaitos  
Joensuun yksikkö  
PL 68, 80101 Joensuu  
Sauli.Harkonen@metla.fi

**Paula Jylhä**  
Metsäntutkimuslaitos  
Kannuksen yksikkö  
PL 44, 69101 Kannus  
Paula.Jylha@metla.fi

**Toimittaja Marja Poteri**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Marja.Poteri@metla.fi

**Julkaisija**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
ISSN 1455-7738  
Hansaprint Direct Oy,  
Vantaa 2008

**Kyösti Konttinen**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Kyosti.Konttinen@metla.fi

**Taru Palviainen**  
Joensuun yliopisto  
Metsätieteellinen tiedekunta

**Marja Poteri**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Marja.Poteri@metla.fi

**Risto Rikala**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Risto.Rikala@metla.fi

**Seppo Ruotsalainen**  
Metsäntutkimuslaitos  
Punkaharjun yksikkö  
Finlandiantie 18, 58450 Punkaharju  
Seppo.Ruotsalainen@metla.fi

**Johanna Siitonen**  
Helsingin yliopisto  
Soveltavan eläintieteen laitos

**Karri Uotila**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Karri.Uotila@metla.fi

**Tiina Ylioja**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Tiina.Ylioja@metla.fi

**Tilaukset**  
Tilaushinta vuodeksi 2008 on  
35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy  
neljä kertaa vuodessa. Tilaukset  
toimittajalta tai verkkolomak-  
keella [http://www.metla.fi/  
metinfo/taimitieto/index.htm](http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm).

# Ympyrä sulkeutuu Suonenjoella

*Pertti Harstela*

Tieteen lähtökohdista teoriaa muodostavan ja toisaalta käytäntöä välittömästi palvelevan tutkimuksen osuukien painottaminen on jatkuva pohdinnan aihe soveltavan tieteen ja erityisesti sektoritutkimuslaitoksen kyseessä ollen. 1960-luvun lopussa oltiin tilanteessa, jossa professori Sarvaksen ansiokkaassa johdossa oli Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osastolla keskittynyt enemmänkin ensin mainittuun tutkimusalueeseen.

Käytännön metsätaloudessa oli kuitenkin alkanut metsänviljelyn nousu ongelmiseen, ja käytäntö vaati lisää tietoa ongelmien ratkaisuun. Tilannetta tasapainottamaan perustettiin metsänhoidon tutkimusosaston alaisuuteen Suonenjoen metsänviljelyn koeasema ja sitä ennen oli jo käynnistetty tutkimustaimitarha.

Paljon sovellettavaa tietoa on Suonenjoella tuotettu ensin koeaseman ja myöhemmin hallinnollisesti itsenäisemmän tutkimusosaston ja nyttemmin toimintayksikön statuksella, mutta ongelmat metsänviljelyn alueella eivät ole loppuneet. Tästä kertovat toimintayksiköstä käsin tehtyjen metsänuudistamisen laadun inventointien ja VMI:n tulokset taimikoiden metsänhoidollisesta tilasta – ja varmasti myös käytännön elämän omat kokemukset. Mikä osuus tässä on tiedon puutteella ja mikä osuus käytännön elämän omilla toimintatavoilla ja tiedon omaksumisella, jääköön lukijan mietittäväksi, mutta ainahan molemmat osatekijät ovat vaikuttamassa.

Vaikka tutkimusosaston tutkimukset välillä rönnyivätkin metsänviljelyn ulkopuolelle, on toimintayksikön roolia viime aikoina terästetty nimenomaan viljelymetsätalouden tutkimusyksiköksi. Tällöin on kuitenkin otetta laajennettu biologispohjaisesta tutkimuksesta teknologian ja tuotantotalouden suuntaan. Tähän on johtanut sen oivaltaminen, että metsätalous on taloudellista toimintaa, jossa kustannustehokkuus on tärkeä motivaattori. Kun tuotantotalous ymmärrettään laajasti kattamaan yritystalouden kysymykset toimialarationalisointia ja toiminnan organisointia myöten, on tutkimuksen piiriin saatu myös se, miten käytäntö toimii ja tutkimustietoa omaksuu ja soveltaa.

## **Pilottiprojektit kehittämistyössä**

Käytännön toimintatavoissa on ilmennyt suuria eroja. Esimerkiksi metsänhoitoyhdistykset ovat parhaasta päästä hyvällä kehittämisuralla ja hyödyntävät tutkimusta. Sen yhtenä edellytyksenä näyttää olevan nimenomaan johdon sitoutuminen kehittämiseen ja yhteistyöhön tutkimuksen kanssa. Kun on kysymys koko yrityskulttuuria muuttavasta kehittämisestä, ei tutkimustieto näytä hevin menevän perille julkaisujen, esitelmien tai edes seminaarien välityksellä, vaan tarvitaan pilottiprojekteja, jossa systeemit todella rakennetaan yhdessä jollekin käytännön toimijalle.

Tällaisia pilotoiteja toimintayksiköllä onkin ollut yhdessä joidenkin metsänhoitoyhdistysten kanssa. Niissä teoreettisia malleja soveltaen

on muutettu toimintatapoja ja, kun tulokset ovat olleet hyviä, ovat ne jääneet elämään malliksi muillekin. Ilman tutkimuksen tuottamia teoreettisia malleja meillä olisi vähän annettavaa noihin pilotoiteihin.

## **Sovellukset pohjautuvat biologisten perusteiden tuntemiseen**

Ei kuitenkaan pidä unohtaa, että metsätaloudessa tuotantokoneisto on luonto ja hyvä laatu ja sitä kautta hyvä taloudellinen tuloskin pohjautuvat pitkälti siihen tietoon, mitä biologiset metsätieteet tuottavat. Kun toimintayksikkö on nyt toiminut 40 vuotta, on ympyrä lähtökohtaan sulkeutumassa. Me tutkijat olemme huolissamme siitä, että ellemme jatkossa satsaa enemmän teoriaa kehittävään tutkimukseen, meillä ei pian ole paljon annettavaa käytännöllekään. Sitä varten Suonenjoella on yritetty jatkaa myös ekofysiologista tutkimusta, mutta se on vain yksi perustiedon osa-alue.

**Pertti Harstela** on metsänviljelyteknologian professori ja toimi Suonenjoen tutkimusosaston johtajana vuosina 1982–1990.

# Otoksia Suonenjoelta 40 vuoden varrelta



Suonenjoen metsänviljelyn koeasemalla kehitetty Esteri-kastelulaite toimi muovihuoneissa. (kuva Metsäntutkimuslaitos)



Työntutkimusta metsätyön kuormittavuudesta taimikon perkauksessa. Verenpaineen mittaajana Juhani Korhonen. (kuva Leo Tervo)



Rikkakasvien torjuntaa riviväliruiskulla. Tutkija Pentti Nisulan kehittämää laitetta testaamassa tutkija Ukko Rummukainen (oik.) ja tutkimusmestari Pekka Voipio. (kuva Markku Tynnyrin)



Tutkimustiedon siirtoa 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen metsänviljelyn koeaseman näyttelyosasto Kuopion maatalousnäyttelyssä. (kuva Risto Rikala)



Kylmänkestävyyden tutkimusta, mm. taimien impedansiin perustuvaa mittausta, kehitettiin 1980-luvulla. Tutkimusmestari Anja Aaltonen siirtää koetaimia pakkasaltistuskaapista. (kuva Tapani Repo)



Vapo-paakkumenetelmässä taimet kasvatettiin yhtenäisessä turvelevyssä. Juuripaakut pidettiin erillään leikkamalla turvelevyä kasvukauden aikana. Kuvassa juurten koneellista leikkuuta. (kuva Leo Tervo)



Vuosituhanen vaihteessa Suonenjoen tutkimusasemalla seurattiin kolmevuotisessa kenttäkokeessa, miten koivu reagoi ennustettuun kohonneeseen ilmakehän hiilidioksidi- ja otsonipitoisuuteen. (kuva Erkki Oksanen)



Metsänviljelyn ongelmiin on pureuduttu 2000-luvulla taimikkoinventointien avulla. (kuva Ville Kankaanhuhta)

# ColdNsure-testi kuusen taimien pakkasvarastointivalmiuden mittauksessa

Risto Rikala ja Kyösti Konttinen

## Tausta

Metsäpuuiden taimien pakkasvarastointi on lisääntynyt huomattavasti. Arviolta lähes puolet Suomessa keväällä istutettavista paakkutaimista varastoidaan pakkasvarastossa yli talven. Pääosa taimista on kuusta.

Pakkasvarastoinnilla voidaan välttää useita avomaavarastoinnin ongelmia, kuten juurten paleltuminen lumettomina syksyinä ja kevätahavatuhot. Myös sienitautiriski pienenee. Pakkasvarastoinnissakin on riskinsä. Taimet voivat kuivaa ja homeet saattavat tuhota taimia varastoinnin aikana (Petäistö 2006).

Varastoinnin keskeisimpiä haasteita on taimien pakkasvarastointivalmiuden määrittäminen. ”Varastointi-ikkuna” voi lämpiminä syksyinä olla lyhyt. On kuitenkin ehdottoman tärkeää, että taimia ei varastoida liian aikaisin ennen riittä-

vää karaistumista. Myös liian myöhään varastointi voi muodostua ongelmalliseksi, jos juuripaakut jäätyvät kasvatusalustoihin ja taimet on siirrettävä sulamaan lämpimään muovihuoneeseen irrottamista varten.

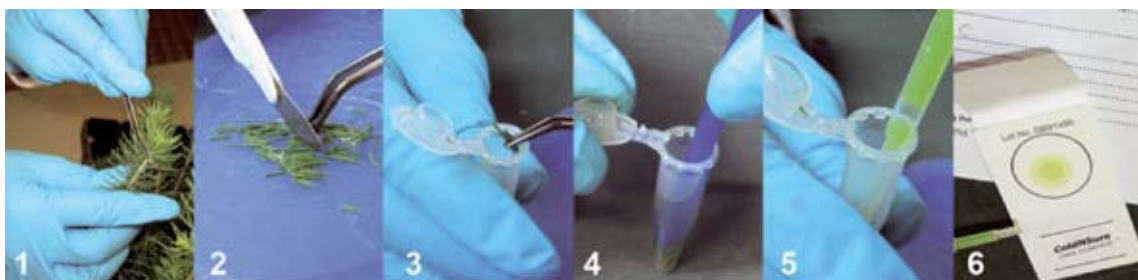
Taimien pakkasvarastointivalmiutta voidaan arvioida ja mitata monella menetelmällä, jotka kuitenkin ovat joko työläitä ja hitaita tai tulokseltaan epävarmoja. Versojen kuiva-ainepitoisuuden seuranta on käytetty ja käytetään edelleen. Menetelmä on suhteellisen nopea, mutta se on osoittautunut epävarmaksi. Luotettava, mutta suuritöinen ja laiteinvestointeja vaativa, on taimien pakkastesti, jossa taimet altistetaan vähitellen lämpötilaa laskien muutamaksi tunniksi esim.  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ :een ja pakkasvauriot mitataan klorofyllifluoresenssimittauksella (nopea), ionivuototestillä tai silmävaraisesti 2–3 viikon testikasvatuksen jälkeen (hidas). Vuosi sitten tuli markkinoille kaupallisena tuotteena tai-

mien pakkasvarastointivalmiuden mittaamiseen kehitetty geenitesti (ColdNSure), jota esiteltiin Taimiutisissa (Poteri 2007).

Syksyllä 2007 ja talvikaudella 2007–08 Suomenjoella tutkittiin taimien pakkavarastointivalmiutta testaavan ColdNSure-testin käytökelpoisuutta kuusen taimien pakkasvarastointivalmiuden määrittämisessä.

## ColdNsure-testi

ColdNSure-testi perustuu ns. DNA ekspressioon. Testissä seurataan sellaisia geenejä, joiden toiminnan on havaittu muuttuvan taimien karaistumisen aikana (Joosen ym. 2006, Balk ym. 2007). Testejä on toistaiseksi kehitetty pyökille, männylle, kuuselle ja Douglaskuuselle (<http://www.nsure.nl/>). Testillä voidaan valmistajan mukaan (NSure-info, ”Alkaako kaivaminen, varastoinnin suunnittelua”) luokitella tai-



**Kuva 1.** Neulasnäytteen otto ja valmistaminen ColdNSure-testiin: 15 taimen latvaosasta otetaan muutama neulanen (1), neulaset silputaan (2), silppu laitetaan nesteeseen koeputkeen (3), ja hierotaan sauvalla niin, että neste muuttuu vihreäksi (4), liuosta pipetoidaan koeputkesta tippa (5) FTA-pahvikortille (6), joka lähetään ColdNSurelaboratorioon analysoitavaksi. (kuvat Risto Rikala)

mien kylmänkestävyys (varastointikestävyys) kolmeen luokkaan: (1) ei kylmänkestävyyttä, (2) kylmänkestävyys kehittymässä ja (3) kestävä, varastointivalmis. Luokat on määritetty pakkasaltistuksen (-25 °C) ja elektrolyyttivuotomittauksen perusteella niin, että 3-luokassa taimien versot kestävät -25 °C.

ColdNSure-testipakkaus sisältää stabilointiliuksella täytetyn pienen koeputken, muovisen minisurvimen, kertakäyttöpipetin ja FTA-testipahvin, pienen silikageelipussin, käyttöohjeet, tarrat, lähetelomakkeen sekä palautuskuoren. Testejä voi tilata yhden, viiden ja 10 testin pakkauksina.

Käytännössä testaaminen ColdNSure-testillä tapahtuu ottamalla testattavasta taimierästä 10–20 satunnaisesti valitusta, myyntikriteerit täyttävän taimen latvaosasta muutamia neulasia, jotka pätkitään ja siirretään koeputkeen (kuva 1). Koeputkessa näyte murskataan minisurvimella nopeasti niin, että neste muuttuu vihreäksi. Pisara nestettä pipetoidaan pahviselle FTA-kortille, jonka annetaan kuivua noin tunnin ajan huoneen lämmössä. Murskaus nesteessä ja pipetointi pahville tulee tehdä minuutin kuluessa. Näytetarralla varustettu kortti suljetaan minigrip-pussiin silikageelipussin kanssa ja lähetetään täytettyine lomakkeineen (taimi- ja osoitetiedot)

palautuskuoressa NSure-laboratorioon. Vastaus luvataan ilmoittaa sähköpostilla kahden arkipäivä kuluessa näytteen saapumisesta.

## Seurannassa kolme taimierää...

Koe toteutettiin Metlan Suomenjoen yksikössä syksyn 2007 ja kevään 2008 välisenä aikana. Koemateriaalina käytettiin 1-vuotiaita kuusentaimia (kylvö 16.4.2007) sekä lyhytpäiväkäsiteltyjä (13.–24.8.07) ja käsittelemättömiä 2-vuotiaita kuusentaimia (kylvö 20.6.2006), jotka talvehtivat ulkokentällä.

## ...ja kolme mittaustapaa

Taimien varastointikelpoisuutta mitattiin kolmella menetelmällä: ColdNSure-testillä ja pakkasaltistustestillä ennen varastoimista sekä juurtumistestillä (RGC-testi) varastoinnin jälkeen.

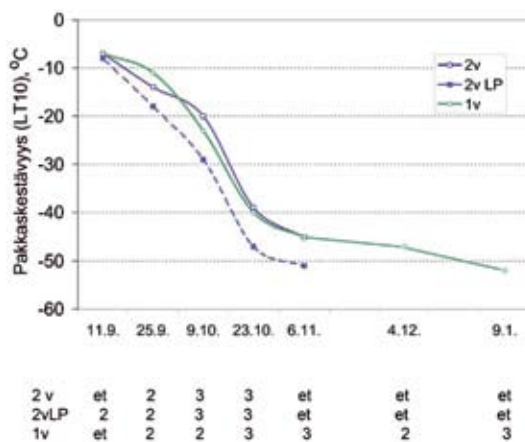
Ulkokentältä otetut taimet testattiin kahdeksana ajankohtana syyskuun toiselta viikolta (37. viikko) lähtien kahden viikon välein joulukuun alkuun saakka (49. viikko) ja vielä kerran kuukauden kuluttua 7.1.2008. Lisäksi 1-vuotiaita taimia siirrettiin ulkokentältä marraskuusi lämpimään (päivä/yö 15/10 °C)

ja kylmään (päivä/yö 2/-2 °C) kasvatuskaappiin. Kaapeissa oli luontainen valorytmi. Kaappikasvatuksen tavoitteena oli matkia v. 2006 vallinneen myöhäisen lämpimän jakson vaikutusta taimien varastointikelpoisuuteen. Taimet testattiin 2 ja 4 viikon kuluttua lämpöjakson alusta samalla tavalla kuin ulkoa otetut taimet.

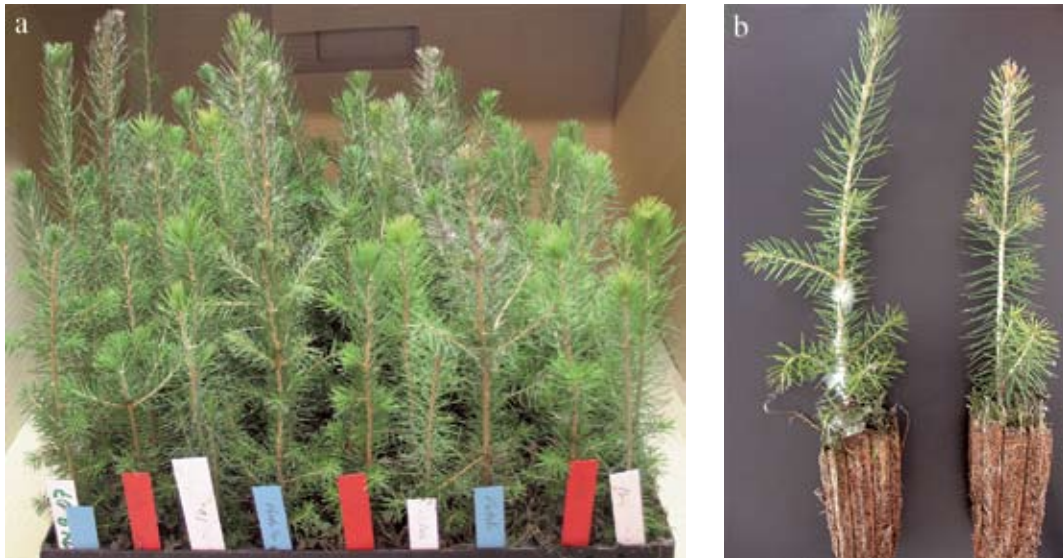
ColdNSure-testi tehtiin ohjeen mukaan ja testipahvit lähetettiin Ruotsiin Garpenbergiin analysoitaviksi.

Pakkaskestävyys testattiin altistamalla taimet pakkasestikaapeissa (Weiss, WT600/70) neljään lämpötilaan. Testilämpötiloja laskettiin talvea kohti taimien pakkaskestävyyden lisääntyessä, ja ne vaihtelivat -6 °C:sta -60 °C:een. Kaikissa testeissä yksi lämpötiloista oli -25 °C. Alle -20 °C lämpötiloissa juuriston paleltuminen estettiin lämmittämällä juuriapaakkua. Altistuksen jälkeen taimet siirrettiin lämpimään (n. 20 °C) kasvihuoneeseen kasvihuonevalaistukseen kasvaamaan ja vauriot arvioitiin neulasten rusketumisen ja halkaistun silmun tummumisen perusteella silmävaraisesti 4 viikon kasvatuksen jälkeen.

Taimien todellinen pakkasvarastointivalmius määritettiin pakkasvarastossa (-3...-4 °C) säilytetyistä taimista. Jokaisella testikerralla 27 tainta/taimityyppi pakattiin suljettuun pahvilaatikoon, jota säilytettiin pakkasvarastossa ao. varastointipäivästä 4.4.08 saakka. Tuolloin taimet sulatettiin pakkauksiinsa kädensija-aukot avattuina +4 °C:ssa 4 vrk, minkä jälkeen ne istutettiin hiekalla täytettyihin 0,7 litran purkkeihin, joissa niitä kasteltiin ja hoidettiin kasvihuoneessa (RGC-testi). Neljän viikon kuluttua taimista mitattiin uuden kasvaimen pituus ja uusien, paakusta uloskasvaneiden juurten pituus.



**Kuva 2.** Taimien pakkaskestävyyden ( $LT_{10}$ ) kehitys syksyn aikana. Ala-asetelmassa taimien ColdNSure-testin antama kestävyysluokka ao. ajankohtana (1- ei kestävyyttä, 2- kestävyys kehittymässä, 3- kestävä, et – ei testausta).



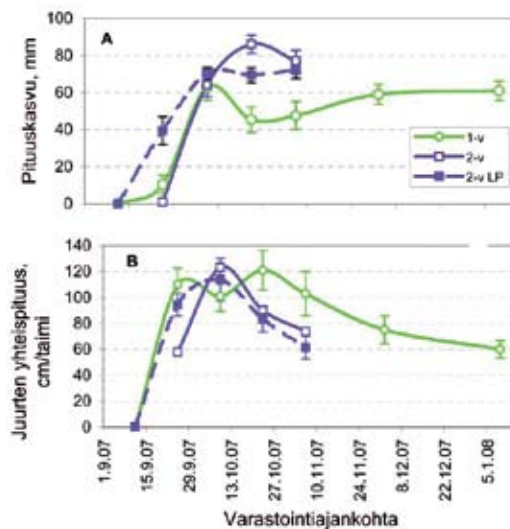
**Kuva 3a ja 3b.** Huhtikuussa 2008 avatussa ja 25.9.2007 pakkasvarastoidussa laatikossa oli homehtuneita ja heikentyneitä taimia. (kuvat Risto Rikala)

### Ei pakkasvarastointia syyskuussa

Taimien pakkaskestävyys mitattuna niin, että 10 % neulasista vaurioitui ao. lämpötilassa ( $LT_{10}$ ) kehittyi tyyppillisesti syksyn aikana (kuva 2). Nopeinta kehitys oli 2-vuotiaassa LP-taimierässä, joka saavutti  $-25$  °C:n kestävyuden lokakuun alussa. LP-käsittelemättömät 1- ja 2-vuotiaat taimet saavuttivat saman kestävyuden noin kahta viikkoa myöhemmin.

ColdNSure-testin mukaan molemmat 2-vuotiaat erät (LP ja vertailu) saavuttivat täyden kestävyuden (luokka 3) 8.10. mennessä ja 1-vuotiaiden erä kahta viikkoa myöhemmin. Kaksivuotisten erien viimeiset ColdNSure-testit tehtiin 5.11., mutta 1-vuotiaita taimia testattiin vielä 3.12. ja 9.1. Yllättävää oli, että 3.12., jolloin pakkasaltistustesti osoitti lähes  $-40$  °C kestävyyttä, ColdNSure-testin mukaan kestävyys oli heikentynyt luokka 2:een.

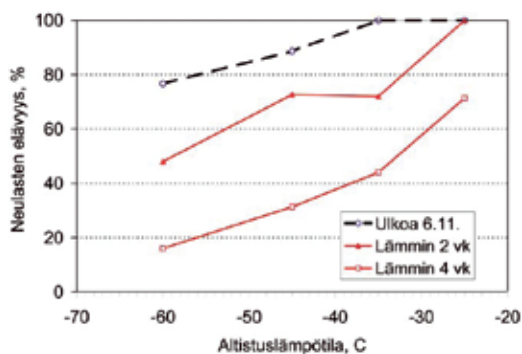
Pakkasvarastoitujen taimien laatikoita aukaistaessa huhtikuussa havaittiin syyskuun pakastuserien taimissa vaurioita (kuvat 3a ja 3b). Osa taimista oli ruskettuneita ja harmaan seittimäisen sienirihmaston peittämiä. Tämä toistaiseksi tuntematon sieni ei ole alustavissa kokeissa tartuttanut terveitä



**Kuva 4.** Taimien verson pituuskasvu (A) sekä paakusta uloskasvaneiden uusien juurien yhteispituus (B) pakkasvarastoinnin jälkeen neljä viikkoa kestäneessä, kasvihuoneessa toteutetussa juurtenkasvupotentiaalitestissä (RGC).

taimia (Arja Lilja, suull.). Vielä on epäselvää, vaatiiko sieni-infektio, että taimiin on ensin syntynyt jokin vaurio. RGC-testissä näiden varastointierien taimien juurten kasvu ja verson pituuskasvu oli heikkoa (kuva 4). Lokakuun 8 päivänä ja sen jälkeen varastoidut taimet menestyivät RGC-testissä hyvin osoittaen varastoinnin onnistuneen. Myös joulukuun 3 päivänä varastoidut 1-vuotiaat taimet menestyivät hyvin, vaikka ColdNSure-testi osoitti vain 2-luokan kestävyyttä.

ColdNSure-testin osoittaessa syyskuussa, että taimet olivat vasta karaistumassa (luokka 2), taimien pakkaskestävyys ( $LT_{10}$ ) oli  $-10$ ... $-20$  °C. Pakkasvarastoinnin jälkeen nämä taimet olivat osin ruskettuneita ja ne juurtuivat heikosti RGC-testissä. Kaikkina varastointikertoina, jolloin taimet saivat ColdNSure-testiarvon 3, ne kestivät hyvin pakkasvarastoinnin.



**Kuva 5.** Marraskuun alussa ulkoa lämpimään (+15/+10 °C) kasvatuskaappiin siirrettyjen taimien pakkaskestävyys runsaan 2 viikon (20.11.) ja 4 viikon (4.12.) kuluttua siirrosta mitattuna neulasten elävyytenä 4 viikkoa pakkasaltistuksen jälkeen.

### ”Intiaanikesä” heikentää pakkaskestävyyttä

Kesken ulkovarastoinnin, marraskuussa lämpimään (+15/+10 °C) kasvatuskaappiin siirrettyjen taimien pakkaskestävyys heikkeni selvästi. Kun marraskuun alussa ulkona varastoitujen taimien kaikki neulaset kestivät -35 °C niin kahden viikon lämpimän jakson jälkeen vain noin 70 % ja neljän viikon jakson jälkeen noin 45 % neulasista kesti tuon lämpötilan (kuva 5). Myös ColdNSure-testi osoitti muutoksen (muutos luokasta 3 luokkaan 2) jo kahden viikon jälkeen. Pakkaskestävyyden muutoksista ja ColdNSure-testin tuloksista huolimatta em. taimet kestivät hyvin pakkasvarastoinnin ja juurtuivat sen jälkeen normaalisti.

Keinotekoinen lämmin kausi marraskuussa siis heikensi taimien pakkaskestävyyttä jopa 20–30 °C,

mutta se ei kuitenkaan vaikuttanut taimien todelliseen varastointikestävyyteen, vaikka ColdNSure-testi siihen viittasikin. Vaikka marraskuun lämpöjakson jälkeen taimet pärjäisivätkin hyvin pakkasvarastossa, saattaisi varhaisempi ”intiaanikesä” antaa toisenlaisen tuloksen.

### Testi toimii

ColdNSure-testi osoitti luotettavasti taimien varastointikelpoisuuden, mutta antoi ehkä jopa hieman liian varovaisen arvion pakkaskestävyyden kehittymisestä. Olisi hyvä jos 3-luokkaisen tuloksen sijasta testi voisi antaa tulokset 4- tai 5-luokkaisena, jolloin kehityksen ennustaminen eteenpäin olisi helpompaa, ja tultaisiin toimeen harvemmalla testauksella.

### Viitteet

- Balk, B., P. ym. 2007. Innovative cold tolerance test for conifer seedlings. Teoksessa: Riley, L.F., Dumroese, R.K., Landis, T.D. (tekn. koord.) National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations - 2006. Proc.RMRS-P-50. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain research Station. s. 9-14.
- Joosen, R. V. L. ym. 2006. Correlating gene expression to physiological parameters and environmental conditions during cold acclimation of *Pinus sylvestris*, identification of molecular markers using cDNA microarrays. *Tree Physiology* 26: 1297-1313.
- Petäistö, R.-L. 2006. Pakkasvarastotaimien harmaahome - ennakkotuloksia. *Taimi uutiset* 2: 20-21.
- Poteri, M. 2007. N-Sure - uusi geenitesti taimien karaistumisen selvittämiseksi. *Taimi uutiset* 1: 23-24.

Tietoja testin tilauksesta ja hinnoista:

NSuren nettisivuston ([www.nsure.nl](http://www.nsure.nl)) mukaan yhden testin hinta on 125 €, josta tällä hetkellä saa 15 % alennuksen. Alennettuna yksi testi maksaa 105 €, 5 testin sarja 485 € ja 10 testin sarja 935 €. Testiä voi tilata em. nettisivuston kautta. Tilauksen yhteydessä kannattaa antaa VAT numero, jolloin NSure ei lisää veroa hintaan.

# Koivutisle taimikoiden suojaamisessa hirvituhoilta

Risto Heikkilä ja Sauli Härkönen

## Johdanto

Tervamaisille valmisteille on viime vuosina ideoitu monipuolisia käyttömahdollisuuksia. Eräänä lähtökohtana ovat olleet 1980-luvulla tehdyt mäntytervakokeet (Löytyniemi ym. 1992). Niissä latvakasvaimiin ruiskutettu mäntyterva osoittautui karkotevaikutuksiltaan samanveroiseksi erityisesti hirvikarkotteiksi kehitettyjen valmisteiden kanssa. Tuolloin saatu tulos ei kuitenkaan johtanut käytännön sovellutuksiin, sillä hirvikarkotteiden käyttöä alettiin tiukasti rajoittaa mahdollisten ympäristöhaittojen estämiseksi.

Myös lehtipuutervat, kuten esimerkiksi lepästä valmistettu, on ollut aiemmin esillä mahdollisena hirvikarkotteena. Tervavalmisteiden voitiin kuitenkin päätellä sisältävän syöpää aiheuttavia karsinogeeniä. Tämän vuoksi myöskään lehtipuutervoja koskevia jatkotutkimuksia ei tuolloin aloitettu. Tutkimukset olisivat olleet edellytyksenä myyntiluvulle, joita ei ole mahdollista saada ennen kuin valmisteen mahdolliset ympäristöhaitat on selvitetty.

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet koivutisleen voivan vähentää eräiden pienempien kasvisyöjälajien tuhoja pelto- ja puutarhakasveilla (esim. Lindqvist ym. 2006). Koivutisleelle on vuonna 2008 myönnetty koetoiminnallinen myyntilupa karkoteaineena ja valmisteen käyttökohteena ovat myös hirvet.

Hirvien taimikkotuhojen osalta koivutisleiden vaikutusta ei ole aiemmin tutkittu kontrolloiduissa maastokokeissa. Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on testata koivutisleen vaikutusta hirvituhojen estämisessä mäntytaimikoissa.

## Aineisto ja menetelmät

Talvikaudeksi 2007–08 perustettiin koivutisleen sekä taimikohtaisesta latvasuojausta että hajuvaikutusta selvittävät kokeet. Joroisilla ja Pieksämäellä taimikohtaiset kokeet tehtiin yhteensä neljässä mäntytaimikossa. Taimikot jaettiin kahteen osaan: 1) taimien latvakasvain ja viimeisin kiehkura käsiteltiin ja 2) käsittelemätön kontrollialue. Koivutisle ruiskutettiin laimentamattomana käsikäyttöisellä ruiskulla lokakuussa 2007.

Koivutisleen pelkkään hajuun perustuvaa vaikutusta tutkittiin kolmessa mäntytaimikossa (0,5–1,0 ha) Kannonkoskella. Hajulähteinä oli koivutisleellä imeytettyjä puupellettejä ohuessa kangaspussissa. Pusseja asennettiin taimikoihin marraskuussa 2007 tasaisin välein 6–10 kpl hehtaaria kohti, yhteen-

sä 25 kpl. Käsittelemätön vertailualue sijaitsi kunkin taimikkoalueen toisella puolella. Lisäksi tehtiin havaintoja vastaavan hajukäsittelyn vaikutuksesta kahdessa istutetussa mänty- ja yhdessä koivutaimikossa Lopella ja Lapinjärvellä.

Käytetty koivutisle saatiin taimikohtaisessa kokeessa Puhku Oy:ltä ja hajuvaikutuskokeessa Charcoal Finland Oy:ltä ja ne olivat laimentamattomia. Tilastollinen testaus tehtiin pareittaisella t-testillä.

Kokeet tarkastettiin keväällä 2008 systemaattista linjoittaista ympyräkoelamenetelmää käyttäen. Koealako oli 50 m<sup>2</sup> ja linjaväli 20–40 m alueen koosta riippuen. Yli 50 cm korkuisten männyntaimien lukumäärä ja pituus mitattiin latvasuojauksoaloilla. Hajusuojauksoaloilla mittaukset tehtiin ylimetrisistä taimista (1–3 m), joita hirvet yleisimmin syövät. Hirvien edellisen talven latvasyönnit sekä vain sivuoksista syödyt taimet laskettiin kaikilla koealueilla. Taimikohtaisen suojauksen koealoilla laskettiin lisäksi viimeisimmän oksakiehkuran syönnit. Hirvien oleskelua koealueilla selvitettiin laskeamalla papanakasat.

**Taulukko 1.** Taimikkotiedot ja hirvituhot koivutervalla taimikohtaisesti suojatuissa ja suojaamattomissa taimikoissa.

	Suojattu n = 4	Suojaamaton n = 4	p-arvo
Mäntyjä/ha	6002	5079	0,08
Pituus cm	161	159	0,86
Papanakasat/ha	233	131	0,39
Oksasyödyt taimet %	18,6	20,6	0,85
Runkotuhot %	7,6	7,7	0,96
Ylin kiehkura tuho %	13,6	13,3	0,98
Muu tuho %	14,7	16,1	0,87

**Taulukko 2.** Taimikkotiedot ja hirvituhot hajukarkotteena käytetyllä koivutervalla suojuatuissa ja suojaamattomissa taimikoissa.

	Suojattu n = 3	Suojaamaton n = 3	p-arvo
Männyt/ha	2480	2367	0,44
Runkotuhot/ha	227	249	0,28
Oksasyönnit/ha	1821	1880	0,39
Papanakasat/ha	74	86	0,32

## Tulokset

Koetaimikot olivat verrattain tiheitä ja pituudeltaan hirvien syönnille alttiissa vaiheessa. Taimikohtaisessa suojauksessa mäntyjen lukumäärät ja pituudet eivät eronneet merkittävästi käsitellyillä ja vertailualueilla (taulukot 1 ja 2). Mitään eroa ei myöskään ollut hirvien syönnin kohteeksi joutuneiden taimien tai latva- ja oksasyöntien määrissä suojuuttujen ja suojaamattomien koalueiden välillä (taulukot 1 ja 2). Papanakasoja oli taimikohtaisen suojauksen alueilla enemmän kuin suojaamattomilla alueilla, joskaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää (taulukko 1).

Helmikuun puolivälissä tarkastettiin osa hajukarkotusalueista. Hirvien jälkiä ja syöntejä todettiin jo tällöin kaikissa kohteissa. Hirvet olivat edenneet taimikoissa rauhallisesti ruokaillen syöden myös varsin lähellä hajupussilla varustettuja taimia. Useimmissa taimikoissa tavattiin myös makuuksia osoittaen hirvien jääneen pitemmäksi aikaa löytämäänsä ruokapaikkaan. Koska pussien havaittiin menettäneen hajunsa lähes täysin, ruiskutettiin pel-

lettipussit yhdessä taimikossa uudelleen loppupalveksi. Huhtikuun lopulla tehty tarkastus osoitti hirvien jatkaneen ruokailua taimikoissa. Myös uudelleen käsitellyssä taimikossa syönti oli jatkunut loppupalven kuluessa. Tarkkailtavana oli myös koivutaimikko, josta hirvet olivat syöneet varsinkin istutettuja rauduskoivuja katkaisten jopa pussilla suojuatun taimen (kuva 1).

## Tulosten tarkastelu

Nyt saadut tulokset taimikohtaisen suojauksen tehottomuudesta poikkeavat aiemmin mäntytervalla saaduista tuloksista (Löyttyniemi ym. 1992). Syynä saattaa olla koivutisleen suhteellisen nopea liukeminen sateissa, mitä ei ilmeisesti ole voitu estää valmisteen kiinnittävyyttä edistävillä toimenpiteillä. Väriin ja hajun häviäminen kasvaimista ja pellettipusseista viittaa mahdollisen karkotevaikutuksen jäävän korkeintaan lyhytaikaiseksi. Tosin myös uudelleen käsitellyt pussit menettivät hajuaan kuiveman loppupalven aikana. Tarkastusten yhteydessä havaittu hirvien no-

pea palaaminen talvella uudelleen käsitelyyn taimikkoon viittaa siihen, ettei koivutervan hajussa ole hirviä karkottavia elementtejä.

Terveydelle mahdollisesti haitalliset tervamaiset valmistet ovat aikojen kuluessa väistyneet karkoteaineita kehitettäessä. Käytännössä uusien valmistetien käyttöön hyväksyntä edellyttää pitkää ja kallista rekisteröintiprosessia EU-sääntöjen mukaisesti. Koivutisleen käyttöön liittyvät alustavat tutkimukset viittaavat karkottavien ominaisuuksien huomattavan suuriin eroihin eläinlajeista riippuen. Esimerkiksi puutarhojen etana- ja kotilo-ongelmat eroavat myös tarvittavan karkotevaikutuksen keston suhteen; hirvien osalta edellytetään useiden kuukausien tehokasta aikaa vaihtelevissa talven sääoloissa.

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan koivusta tislattua tervamaista valmistetta ei voida pitää tehokkaana hirvikarkotteena. Tutkimusta on kuitenkin tarkoitus jatkaa, jotta saadaan lisätuloksia vaihtelevissa olosuhteissa.

## Kirjallisuutta

- Lindqvist, I., Lindqvist, B., Setälä, H. & Tiilikkala, K. 2006. Birch oil repels slugs and snails. In: 3rd international conference on non chemical crop protection methods, Lille - March 13th, 14th, 15th 2006. Lille. (posteriastrakti, CD-rom).
- Löyttyniemi, K., Heikkilä, R. & Repo, S. 1992. Pine tar in preventing moose browsing. *Silva Fennica* 26(3): 187–189.



**Kuva 1.** Hirvi on katkaissut koivutislepussilla varustetun koivun. (kuva Risto Heikkilä)



**Kuva 2.** Hirvi on katkaissut männyntaimen rungon koivutislepussilla varustetun männyn vierestä. (kuva Risto Heikkilä)

# Pintakasvillisuuden torjunta varmistaa hyvän pellonmetsitystuloksen

Jyrki Hytönen ja Paula Jylhä

**Jyrki Hytönen ja Paula Jylhä.** 2008. Fifteen-year response of weed control intensity and seedling type on Norway spruce survival and growth on arable land. *Silva Fennica* 42(3): 355–368.

Pellonmetsitys käynnistyi Suomessa 1960-luvun lopulla, ja siitä lähtien on metsitetty yli 260 000 ha peltoa. Peltoviljelyn on todettu lisänneen maiden ravinnevaroja hyvin pitkäaikaisesti. Niinpä metsityksessä on luovuttu männyn viljelystä ja siirrytty istuttamaan lähinnä kuusta ja koivua. Kuusen etuna on nähty sen koivua parempi kestävyys pintakasvillisuuden varjostusta vastaan. Kuusta pidetään koivua vähemmän alttiina myyrä- ja hirvituhoille. Toisaalta kuusi on avoimilla kasvupaikoilla hallanarka puulaji. Pelloilla taimet kilpailevat pintakasvillisuuden kanssa valosta, vedestä ja ravinteista. Kilpailu vedestä ja ravinteista voi olla taimen kasvun kannalta jopa merkittävämpää kuin valokilpailu.

Pellonmetsityksen huippuvuosiina 1970- ja 1980-luvuilla kemiallinen heinäntorjunta kuului vakio- menetelmiin. Valmistevalikoima oli silloin paljon nykyistä monipuolisempi, ja lisäksi valmisteiden käytökelpoisuutta tutkittiin aktiivisesti pellonmetsityskohteilla. Heinäntorjuntakokeissa on kuitenkin yleensä seurattu vain taimien alkukehitys-

tä, ja niiden aikajänne on ollut korkeintaan muutamia vuosia.

Hytösen ja Jylhän tutkimuksessa seurattiin heinäntorjunnan voimakkuuden vaikutusta kuusentaimien kasvuun ja eloonjääntiin 15-vuoden seurantajaksolla Keski-Pohjanmaalle perustetulla pellonmetsityskokeella. Näin pitkäaikainen herbisidikokeen seuranta on kansainvälistikin harvinaista.

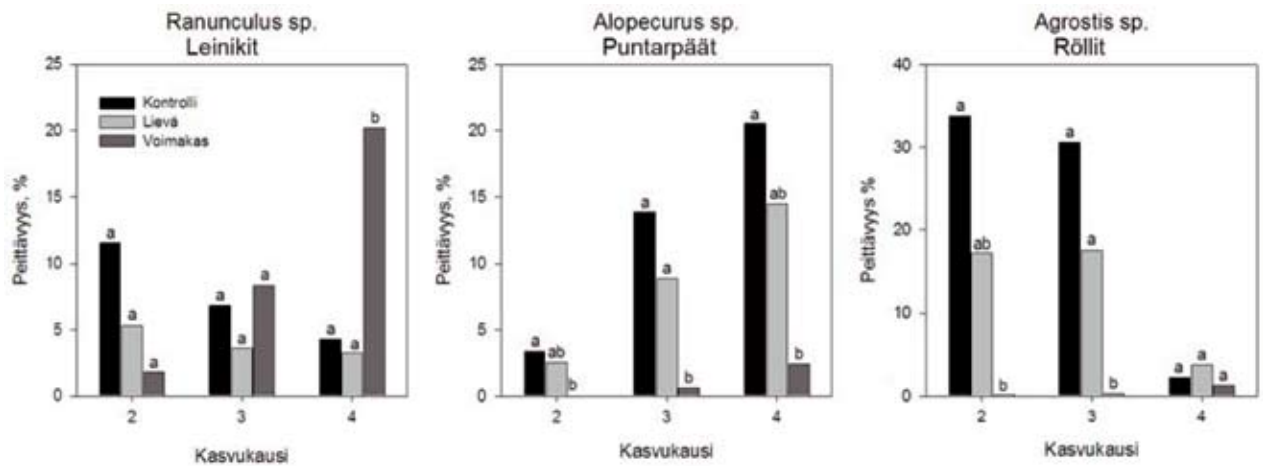
Koe perustettiin kesäkuun 1990 alussa istuttamalla kaksivuotiaita kuusen Ecopot PS608-paakku-taimia ja nelivuotiaita paljasjuuria taimia. Kivennäismaapello oli keväällä ennen istutusta kynnetty ja tasattu äkeellä, joten maa oli istutushetkellä kasvipeitteestä vapaa. Kokeessa käytettiin kolmea pintakasvillisuuden torjunnan voimakkuustasoa siten, että käsittelyt tehtiin istutusvuodesta alkaen kesäkuun puolivälin jälkeen 1–3 peräkkäisenä vuotena. Torjunta-

ai- ne joko ruiskutettiin kauttaaltaan koeruudulle tai torjunta tehtiin laikkukäsittelynä taimikohtaisesti. Osa koeruuduista jätettiin käsittelemättömiksi vertailukoeloiksi (taulukko 1). Ensimmäisenä vuonna kaikille torjuntaruuduille ruiskutettiin maavaikutteista terbutylatsiini-valmistetta. Toisena ja kolmantena vuonna käytettiin valmistetta, joka sisälsi terbutylatsiinin lisäksi lehtivaikutteista glyfosaattia. Taimet suojattiin ruiskutuksen aikana karttion muotoisella suojuksella.

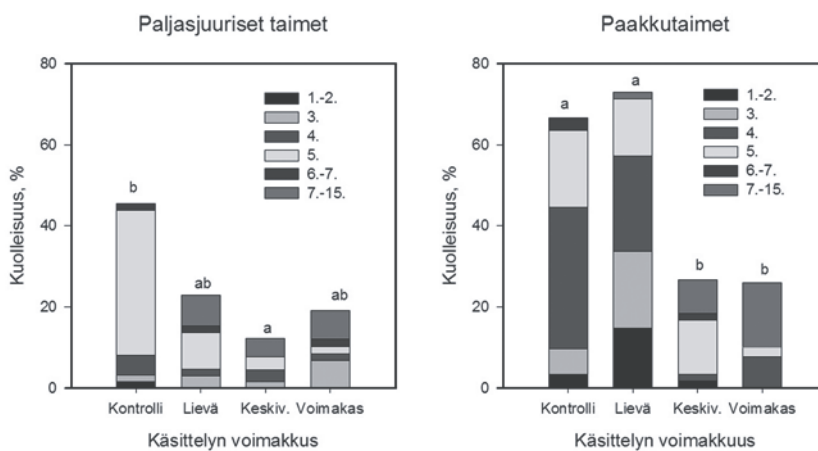
Taimet mitattiin ja niiden kunto arvioitiin vuosittain viiden ensimmäisen vuoden ajan. Sen jälkeen mittausväliä harvennettiin. Viimeisin inventointi tehtiin 15. kasvukauden jälkeen. Lisäksi pintakasvillisuuden peittävyys ja lajisto määritettiin toisena, kolmantena ja neljäntenä kesänä.

**Taulukko 1.** Heinäntorjuntakäsittelyt kuusen pellonmetsityskoelalla.

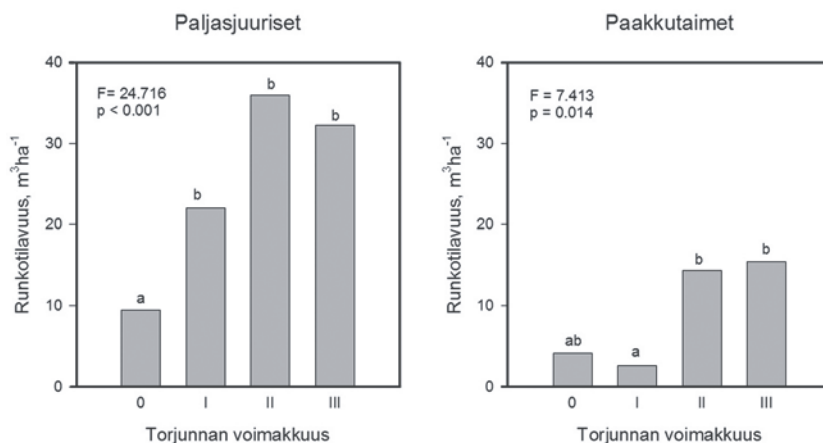
Käsittelyajankohta	Käsittelyn voimakkuus			
	Kontrolli 0	Lievä I	Keskiverto II	Voimakas III
19.-25.6.1990	Ei käsittelyä	Terbutylatsiini, koko alan käsittely	Terbutylatsiini, Taimikohtainen käsittely	Terbutylatsiini, koko alan käsittely
10.-17.6.1991	Ei käsittelyä	Ei käsittelyä	Terbutylatsiini ja glyfosaattikäsittely, taimikohtainen käsittely	Terbutylatsiini ja glyfosaattikäsittely, koko alan käsittely
23.-26.6.1992	Ei käsittelyä	Ei käsittelyä	Ei käsittelyä	Terbutylatsiini, koko alan käsittely



Kuva 1. Yleisimpien rikkojen peittävyys 2–4 vuoden kuluttua eri pintakasvillisuuden käsittelyssä.



Kuva 2. Kumulatiivinen 15 vuoden taimikuolleisuus taimilajeittain eri pintakasvillisuuden käsittelyssä.



Kuva 3. Puuston runkotilavuus 15 vuoden iässä eri pintakasvillisuuden käsittelyssä.

## Rikkalajistossa muutoksia

Voimakkain heinäntorjunta piti pintakasvillisuuden kurissa neljännen kasvukauden loppuun saakka. Se vähensi sekä heinämäisiä että leveälehtisiä kasveja, mutta sillä ei kuitenkaan pystytty estämään joidenkin rikkakasvien lisääntymistä. Esimerkiksi rönsyleinikki lisääntyi siitä huolimatta, että koko ruudun ruiskutus tehtiin kolmena peräkkäisenä vuotena. Käsittelemättömillä kontrolliruuduilla nurmipuntarpään peittävyys lisääntyi huomattavasti kasvillisuusseurannan aikana, mutta röllilajien määrä väheni. (kuva 1).

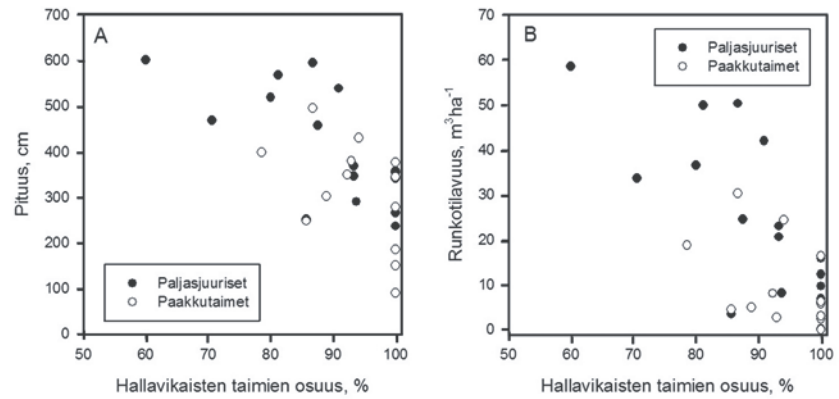
## Paljasjuuritaimet osoittivat kestävyytensä

Paljasjuuritaimien kuolleisuus oli paakkutaimia pienempi koko 15-vuotisen seurantajakson ajan. Käsittelemättömillä kontrolliruuduilla paljasjuurisista taimista oli kokeen päättyessä elossa 54 % ja paakkutaimista 33 % (kuva 2). Heinäntorjunta vähensi taimien kuolleisuutta niin, että käsitellyillä koealoilla paljasjuurisista taimista oli 15 vuoden kuluttua hengissä enimmillään 81 % ja paakkutaimista 73 %. Paakkutaimia kuoli eniten kolmantena ja neljäntenä vuonna, kun paljasjuuritaimien kuolleisuus alkoi lisääntyä vasta myöhemmin. Pintakasvillisuuden määrän lisää-

tyminen lisäsi myös kuolleisuutta, mutta kuolleisuus kääntyi jyrkkään nousuun vasta sitten, kun peittävyys ylitti 70 % tason.

Paljasjuuritaimet olivat kokeen alusta saakka sekä pitempiä että tyviläpimitaltaan paksumpia kuin paakkutaimet. Myös kokeen lopussa mitattu rinnankorkeusläpimita oli paljasjuurisilla taimilla suurempi kuin pottitaimilla (45 mm vs. 39 mm). Kolmas torjuntakäsittely ei enää lisännyt taimien pituuskasvua. Loppumittauksessa parhaiten pituutta kasvaneet paljasjuuritaimet olivat 145 cm ja paakkutaimet 115 cm pitempiä kuin käsittelemättömillä koealoilla kasvaneet taimet.

Pienemmän kuolleisuuden ja nopeamman kasvun ansiosta paljasjuurisilla taimilla päästiin kaikilla käsittelyillä huomattavasti suurempiin runkotilavuuksiin kuin paakkutaimilla (kuva 3). Sekä paljasjuuri- että paakkutaimilla paras herbisidikäsittely tuotti 3,8-kertaisen runkotilavuuden kontrolliruutuihin verrattuna (36,0 m<sup>3</sup>/ha vs 9,5 m<sup>3</sup>/ha ja 15,4 m<sup>3</sup>/ha vs 4,1 m<sup>3</sup>/ha).



**Kuva 4.** Pituuden ja runkotilavuuden riippuvuus hallavioitusten määrästä taimilajeittain.

### Keväthallat uhkaavat kuusentaimia

Metsitettävät pellot ovat avoimia kasvupaikkoja, joten hallat hidastavat usein kuusen kehitystä alkuvuosina. Tässä tutkimuksessa toistuva keväthalla oli lähes ainoa tuhonaiheuttaja. Se vioitti taimia voimakkaasti neljäntenä, viidentenä ja seitsemäntenä vuonna, ja hallavioituksia havaittiin oksien uusissa vuosikasvaimissa jopa 15. vuonna. Varhaisempien hallatuhojen vaikutukset näkyivät vielä kokeen lopussa pienempänä pituutena ja tilavuutena (kuva 4).

### Kertatorjunta ei riitä

Kokeen keskeisin tulos oli, että parhaaseen tulokseen päästään käyttämällä kookkaita taimia ja voimapeväistä heinäntorjuntaa. Kahtena ensimmäisenä vuonna tehdyn heinäntorjunnan vaikutus näkyi puuston kasvussa ja kuolleisuudessa vielä 15 vuoden iässä. Ainakin pellonmetsityksellä pintakasvillisuuden torjuntakäsittelyn toistaminen johtaa kertakäsittelyä parempaan tulokseen. Uusintaruiskutus on erityisen tärkeää nyt, kun saatavana on enää lehtivaikutteisia torjunta-aineita. Kolmannella käsittelyllä ei näyttänyt enää olevan merkittävää vaikutusta puuston jatkokehitykseen.

# Laikkumätästyksellä äestystä parempi kannattavuus kuusen istutusaloilla

Karri Uotila

**Uotila, Karri.** 2008. Maanmuokausmenetelmän yhteys perattavien puiden määrään ja uudistamisketjun kustannuksiin kuusen (*Picea abies*) istutusaloilla. 68 s. + liitteet. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. Metsäekologian laitos.

Suotuisan metsikön kehityksen ansiosta laikkumätästetyssä ja paakutaimilla istutetussa kuusikossa uudistamisketjun hoitokustannukset ovat edullisemmat ja ensiharvennuksen hakkuutulot suuremmat kuin äestäen muokatussa kuusimetsikössä. Metsänhoidon kustannuksia laikkumätästetyllä alueella alentavat erityisesti lehtipuiden vähäisempi määrä ja hitaampi kasvu (etenkin suhteessa kuusen kasvuun). Ensiharvennuksen tuotot ovat laikkumätästetyssä kuusikossa taas suuremmat, koska kasvuskelpoiset kuuset kasvavat nopeammin ja niiden kuolleisuus on vähäisempää kuin äestetyssä kuusikossa. Asiaa tutkittiin pro gradu -työssä, josta oleellisimpia tietoja esitetään tässä artikkelissa.

## Mitä, missä, milloin ja miksi

Maanmuokkauksen tavoitteena on metsikön nopeampi uudistaminen ja parempi kasvu. Maanmuokkauksella tulisi luoda kasvatettaville puulajeille paremmat kasvuolosuhteet mm. kasvupaikan lämpö-, ve-

si- ja ravinneolosuhteisiin vaikuttamalla. Maanmuokkaus on usein välttämätön toimenpide riittävän nopealle uudistamiselle ja hyväkuntoisen taimikon synnylle.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää maanmuokkauksen vaikutuksia uudistamisketjun kustannusrakenteeseen ja erityisesti kasvatettavien kuusten kanssa kilpailevien puiden kehitykseen. Laikkumätästetyksen monet edut kuusen uudistamisaloilla on tutkimuksissa osoitettu, ja se on niillä suositeltava maanmuokausmenetelmä, mutta silti äestystä on 2000-luvulla suosittu kuusen uudistamisaloilla.

Tutkimuksen aineisto mitattiin Suonenjoella. Koealueella oli muokattu maa äestäen ja laikkumätästäten lähes vieretysten samalla hakkuuaukolla. Koealue oli päätehakattu vuonna 1999, maanmuokattu ja istutettu (1,5-vuotiaat paakutaimet) 2000 sekä varhaisperattu 2005. Koealueiden puusto mitattiin 2007 touko-kesäkuun aikana, jolloin istutetut kuuset olivat 7 kasvukauden ikäisiä ja kaadettuna mitatut lehtipuut 6 kasvukauden ikäisiä. Mittausajankohdasta eteenpäin taimikon kehitys estimoitui tarvittavien kustannus- ja tuottotietojen selvittämiseksi. Uudistamisketjujen kustannukset perustuvat maanmuokkauksen osalta tilastotietoihin sekä istutuksen ja perkauksen osalta palkkataulukoihin. Perkauskustannukset on laskettu mitattujen tai estimoitujen puustotietojen perusteella.

## Mätästyksellä nopea kuusen alkukehitys, äestyksellä nopea perattavien puiden alkukehitys

Laikkumätästetyssä kuusi kasvaa ensimmäisinä vuosina huomattavasti nopeammin kuin äesjäljessä. Tutkimuksessa laikkumätästysalueella kasvaneet kuuset (110 cm) olivat varhaisperkauksessa keskimäärin 62 prosenttia pidempiä kuin äestysalueella (68 cm). Pituusero vastasi noin 1,5 kasvukauden estimoitua kasvua. Kuusten valtapituus oli laikkumätästetyllä alueella 172 cm ja äestetyllä alueella 117 cm.

Laikkumätästys myös ehkäisee perattavien puiden syntymistä äestykseen verrattuna. Tutkimuksessa havaittiin varhaisperkausvaiheessa äestysalueella 22 600 perattavaa puuta hehtaarilla, mikä oli 56 prosenttia enemmän kuin mätästysalueen 14 500 kpl/ha. Sen lisäksi että perattavia puuta syntyy äestäen muokattuun kuusikkoon enemmän, ne vaikuttaisivat myös kasvavan nopeammin. Näin ollen taimikon perkaus on äestetyllä alueella hitaampaa ja kalliimpaa.

## Maanmuokkaus vaikuttaa taimikonhoitokertojen määrään

Laikkumätästys myös vähentää puuston perkaustarvetta äestykseen verrattuna. Perkaustarve riippuu kasvatettavien ja perattavien puiden kehityksestä. Laikkumätäs-

tetyllä alueella kuusen nopea alkukehitys parantaa sen kilpailusemaa muuhun kasvillisuuteen nähden. Kilpailevien perattavien puiden heikompi kehitys taas vähentää muun kasvillisuuden aiheuttamaa kilpailuvaikutusta.

Tutkimuksessa havaittiin maanmuokkauksen vaikuttavan myös perattavien puiden tilajakaumaan. Äestysalueella kasvatettavan kuusen välittömään läheisyyteen (etäisyys < 1 m) syntyy erityisen paljon perattavia puita, jopa 120 % enemmän kuin vastaavasti mätätysalueella. Tämä lisää entisestään äestysalueen kuusten alttiutta kilpailun haitoille.

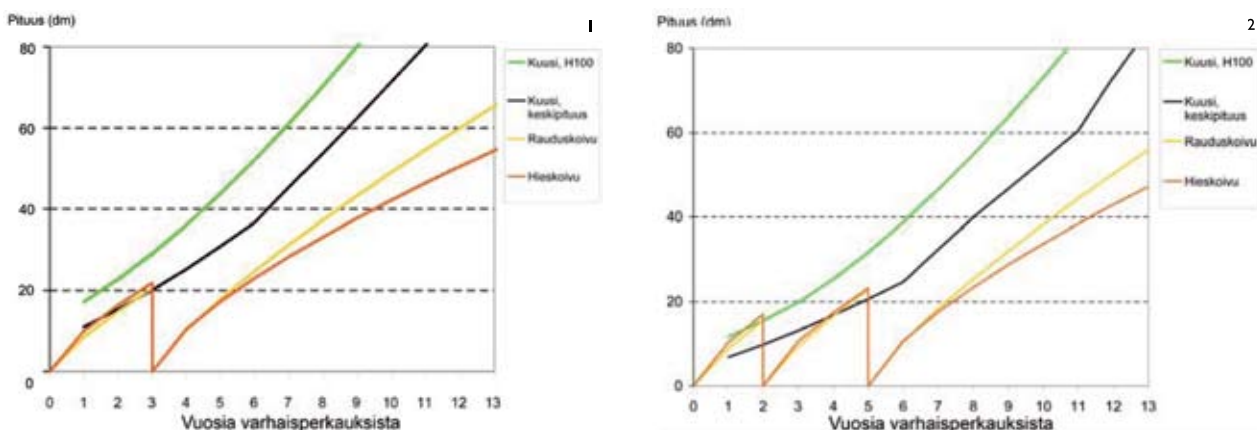
Tutkimuksessa estimoitiin laikkumätätetyn ja äestetyn metsikön kehitykset varhaisperkauksesta eteenpäin. Estimoinnin perusteella äestäen aloitetussa uudistamisketjussa tarvitaan yksi perkauskerrota enemmän kuin laikkumätätäen aloitetussa (kuvat 1 ja 2). Parhaan perkausajankohdan määrittely on vaikeaa. Perkausajankohtaa voi olla mahdollista muuttaa muutamalla vuodella, ilman että kannattavuus heikentyisi paljoa. Viimeiset perkauskerrot voi mahdollisesti jättää tekemättä, mutta äestetyssä kuusikossa tarvitaan silti yksi perkauskerrota enemmän.

**Taulukko 1.** Laikkumätätetyn uudistamisketjun kustannusten nykyarvot eri korkokannoilla laskettuna (€/ha).

Laikkumätätystys	Aika (vuotta)	Korkokanta		
		0 %	3 %	5 %
Maanmuokkaus	0	270	270	270
Istutus	0	470	470	470
Varhaisperkaus	5	160	138	125
2. Perkaus	8	180	142	122
3. Perkaus	-	-	-	-
<b>Kustannukset</b>		<b>1 080</b>	<b>1020</b>	<b>987</b>
Ensiharvennustulot	20	1 820	1008	686
<b>Nettonykyarvo</b>		<b>740</b>	<b>-12</b>	<b>-301</b>

**Taulukko 2.** Äestäen aloitetun uudistamisketjun kustannusten nykyarvot eri korkokannoilla laskettuna (€/ha).

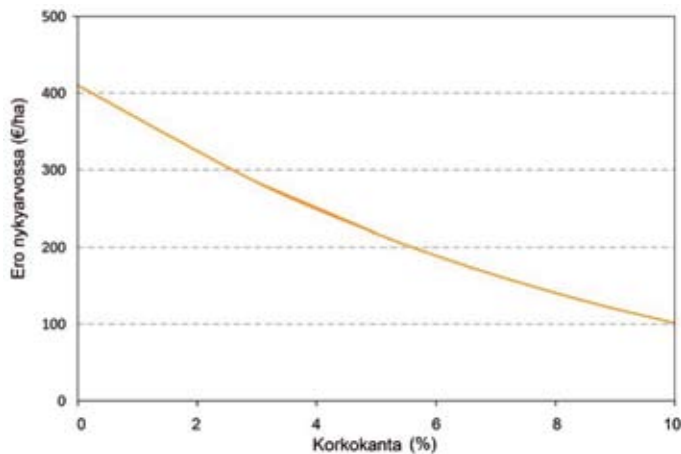
Äestys	Aika (vuotta)	Korkokanta		
		0 %	3 %	5 %
Maanmuokkaus	0	150	150	150
Istutus	0	490	490	490
Varhaisperkaus	5	220	190	172
2. Perkaus	7	220	179	156
3. Perkaus	10	220	164	135
<b>Kustannukset</b>		<b>1 300</b>	<b>1 172</b>	<b>1 104</b>
Ensiharvennustulot	21	1 630	876	585
<b>Nettonykyarvo</b>		<b>330</b>	<b>-296</b>	<b>-519</b>



**Kuva 1 ja 2.** Laikkumätätetyn (1) ja äestetyn (2) 6-vuotiaan kuusikon kehitys varhaisperkauksesta eteenpäin.

## Uudistamisketjujen kannattavuus

Äestäen aloitettu uudistamisketju oli kaikilla lasketuilla korkokannoilla (0–5 %) laikkumätästään aloitettua kalliimpi, siitä huolimatta että äestys on laikkumätästystä edullisempi muokkausmenetelmä. Äestysalueen uudistamisketjun kokonaiskustannukset olivat 1 300 €/ha ja laikkumätästetyn alueen 1 080 €/ha. Laikkumätästyksellä aloitetun uudistamisketjun kokonaiskustannukset muodostuivat äestystä halvemmiksi lähinnä edullisten perkauskustannusten ansiosta, mutta myös istutustyö on hieman nopeampaa laikkumätästisiin. (taulukot 1 ja 2)



**Kuva 3.** Laikkumätästään ja äestäen aloitetun uudistamisketjun ero nettonykyarvossa mitattuna. Mitä korkeamman arvon ”ero nykyarvossa” saa, sitä kannattavampaa laikkumätästys on. Negatiivisella arvolla äestys olisi kannattavampi.

Maanmuokkaus vaikuttaa kustannusten lisäksi uudistamisen kannattavuuteen ensiharvennustuotoissa (taulukko 1 ja 2). Laikkumätästetyllä alueella puusto kasvaa tiheämpänä, koska kuolleisuus on pienempää kuin äestysalueella, joten harvennuksista saadaan enemmän puuta myytäväksi. Laikkumätästys aikaistaa myös ensiharvennuksista saatavia tuottoja, koska puuston kasvu on nopeampaa. Näin ollen ensiharvennuksista saatavan tuoton nykyarvo paranee. Laikkumätästysalueen ensiharvennustulot olivat 20 vuotta uudistamisen jälkeen 1 820 €/ha ja äestysalueelta 21 vuotta uudistamisen jälkeen

1 630 €/ha. Ensiharvennustulot laskettiin Motti-ohjelmistolla.

Kokonaisuudessaan uudistamisketjun investointien nettonykyarvo on laikkumätästään aloitetussa uudistamisketjussa selvästi parempi kuin äestäen aloitetussa (kuva 3). Kannattavuusero kapenee korkeammalla korkokannalla, mutta laikkumätästys on vielä kymmenenkin prosentin korkokannalla kannattavampi.

## Lopuksi

Tutkimuksen perusteella äestystä ei kannata käyttää kuusen istutusalojen maanmuokkausmenetelmänä, vaikka se yksittäisenä toimenpiteenä on laikkumätästystä edullisempi. Nuoren kuusikon kehityksen arviointi on vielä nykytiedoilla hankalaa, joten puuston simuloinnista johtuvat virheet saattavat olla suuria, etenkin mitä kauempana toimenpide sijaitsee ajallisesti varhaisperkauksesta. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että uudistamisketjua suunniteltaessa vaikutuksia tulee tarkastella kokonaisuutena, sillä yksittäisestä toimenpiteestä saatu kustannussäästö saattaa tulla muualta takaisin moninkertaisena kustannustappiona. Lisätutkimus kuusen ja lehtipuiden vuorovaikutuksesta on tarpeellinen, jotta nuoren kuusimetsikön kannattavuutta ja optimaalisia kasvatusvaihtoehtoja pystyttäisiin luotettavammin arvioimaan.

# Ensimmäiset hyönteisten torjuntakokeet kuusen siemenviljelmien käpytuholaisia vastaan

## KUUSIVARTEIDEN RUNKOINJEKTIOTA KOKEILTIIN TAMMELAN SIEMENVILJELMÄLLÄ

**Harala, Eevamaria.** 2008. Kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) käpy- ja siemenhyönteisten torjunta. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu työ. 60 s.

Suomessa metsänistutuksissa käytettävät kuusen taimet tuotetaan taimitarhoilla, jotka suosivat laadukasta siemenviljelyssiementä. Kuusen siemenviljelyssiemenestä on kuitenkin pulaa, kuten myös metsikkösiemenestä, sillä käpyvuosia on ollut harvassa. Lisäksi niinä vuosina, jolloin käpysato on saatu kerättyä, ovat käpy- ja siemenhyönteiset verottaneet satoa pahasti. Keinoja torjua näitä hyönteisiä tutkitaan jatkuvasti. Tämän työn tarkoituksena oli tutkia kolmen kasvinsuojeluaineen ja kahden eri levitystavan toimivuutta tuhojen torjunnassa kuusen siemenviljelyksillä.

Suomessa kuusen käpyjen ja siementen tuhohyönteisistä yleisimpiä ovat siemeniä syövät kuusenkäpykääriäinen (*Cydia strobilella*) (kuva 1) ja kuusenkäpykärpänen (*Strobilomyia anthracina*) (kuva 2) sekä käpyä syövä käpykoisa (*Diorcytria abietella*). Siemenhyönteisistä meillä esiintyvät kuusen siemensäski (*Plemeliella abietina*) sekä kuusensiemenkiilukainen (*Megastigmus strobilobius*). Suomessa esiintyy myös muita hyön-

teisiä, jotka suoraan tai välillisesti tuhoavat siemeniä tai käpysatoa, esimerkiksi pihkoittamalla käpyjä ja täten vaikeuttamalla käpyjen avautumista ja siemensaantoa käpykaristamoilla.

Kesällä 2007 tehtiin kaksi torjuntakoea, runkoinjektio- ja käpyok-sien ruiskutuskoee. Vartepuiden runkoon kohdistuva injektio-koee tehtiin Tammelassa sijaitsevalla viljelmällä. Runkoinjektio Yhdysvalloista tilatulla Greyhound – insektisidillä (tehoaine abamektiini, 2 %) tehtiin 21.5.2007. Käsittely tehtiin lähinnä puistopuiden injektioimisessa käytetyllä Wedgle DirectInject – injektioilaitteella, jolla ruiskutettiin 1 ml valmistetta aina alkavaa 10 cm ympärysmittaa kohden. Muut käsittelyt tehtiin Australiasta tilatulla Sidewinder – poraruiskulla, jonka käsittelyt olivat 2\*5 ml, 1\*10 ml ja 2\*10 ml valmistetta. Lisäksi oli kokonaan injektioimaton kontrolli.

Käpyok-sien ruiskutuskoee tehtiin Joroisissa sijaitsevalla nuorella viljelmällä, jossa varteet ruiskutettiin kahdesti, kukinnan alkuvaiheessa 25.5.2007 (kuva 3) sekä kukintojen jo sulkeuduttua 11.6.2007. Tutkittavat valmisteet olivat Vertimec (tehoaineena abamektiini, 18 g/l) ja Conserve (tehoaineena spinosadi, 120 g/l), minkä lisäksi oli ruiskuttamaton ja vedellä ruiskutettu kontrolli. Mansikkaviljelyksille ja koristekasveille kasvihuoneisiin rekisteröity Vertimec on luokiteltu myrkylliseksi, eli se on ns. erityis-tutkintoaine, mutta se haluttiin mukaan kokeeseen runkoinjektioimis-

sa käytetyn vastaavan tehoaineen takia. Toinen testattu kasvinsuojeluaine, Conserve, ei ole rekisteröity Suomessa, mutta Norjassa vuonna 2006 tehdyissä kokeissa sen on havaittu lievästi vähentävän hyönteistuhoja siemenviljelyksillä.

Kummastakin kokeesta tehtiin näytteenotot, joissa valittiin muutama käpy karistukseen siemenhyönteisten havaitsemiseksi, ja loput näytekävyt analysoitiin laboratoriossa hyönteisten tuhoamien siementen määrän arvioimiseksi lajikohtaisesti.

## Ainoastaan käpykääriäisen määrä väheni hieman

Yksikään tutkituista aineista ei osoittautunut tehokkaaksi kuusen käpy- ja siemenhyönteisiä vastaan. Ainoastaan abamektiiniä sisältäneen Vertimec-ruiskutuksen havaittiin vähentäneen käpykääriäisen esiintymistä 88 %:sta 65 %:iin sekä toukan syömien siementen määrää. Vaikutus on kuitenkin liian vähäinen käytännön toimijoiden kannalta. Muihin hyönteisiin eivät ruiskutetut insektisidit vaikuttaneet. Ruiskutuskokeen kävyissä käpykärpäs-tä ja siemensäaskeä esiintyi liian vähän luotettavien tulosten saamiseksi.

Myös injektioitaessa abamektiini (Greyhound) näytti aiheuttavan jonkinlaista alenemaa käpykääriäisen, mutta myös käpykoisan ja -kärpäsenkin esiintymisessä ja aiheutetun tuhon määrässä, joskaan erot eivät olleet tilastollisesti mer-

kitseviä. Mahdollisesti injektoidut tehoainemäärät olivat liian pieniä, joskin Ruotsissa on havaittu injektoidun Greyhoundin vähentävän käpykoisan määrää ja sen aiheuttaman vaurion astetta. On myös mahdollista, etteivät injektoidut aine-määrät ehtineet kokonaisuudessaan latvukseen asti, sillä on havaittu että aineiden siirtyminen latvukseen voi kestää useita kuukausia. Myös tässä kokeessa siemensäaskan esiintyminen oli liian vähäistä luotettavien tulosten saamiseksi.

Kummankaan kokeen insektisidien ei havaittu vioittavan emikukintoja tai käpyjä, sillä kehityksen keskeytymisestä johtuvaa hävikkiä ei havaittu emeissä eikä pienissä kävyissä. Emikukintojen ollessa herkimmillään kukinnan aikaan tai pian sen jälkeen on riski, että ruiskutus häiritsee kukintojen ja siementen kehitystä aiheuttaen tyhjien siementen muodostumista. Tyhjien siementen osuudet eivät kuitenkaan eronneet kummassakaan kokeessa merkittävästi käsittelyjen välillä.

Koejärjestelyssä havaittiin lohkokutuksen poistaneen hyvin sijainnin aiheuttamia eroja, mutta kuusikloonien erojen havaittiin vähentävän tulosten luotettavuutta. Kloonia ei kyseisenä vuonna voitu ottaa huomioon koejärjestelyssä viljelmien heikohkon kukinnan takia. Eri kuusiklooneilla on havaittu eroja esimerkiksi kukinnan määrässä ja

hyönteisten esiintymisessä, ja ruiskutuskokeessa se havaittiin osuvasti: Conserve -käsittelyyn osui poikkeuksellisen runsaasti kukkineita klooneja, jonka vaikutuksesta käsittely näytti vähentäneen käpykoisan esiintymistä. Kukintojen määrän huomioiminen poisti kuitenkin vaikutuksen.

Injektointi torjuntakeinona on hyvin työläs ja aineiden nousunopeus ja leviäminen latvukseen, sekä mahdolliset rungolle reitityksestä aiheutuvat ongelmat vaatisivat lisää testausta. Menetelmänä se sisältää kuitenkin hyviä mahdollisuuksia etenkin ympäristöherkillä alueilla ja muilla erityiskohteilla.

Tutkimus tehtiin yhteistyössä SiemenForelian kanssa, ja sitä rahoittivat Metsänjalostussäätiö, Metsämiesten Säätiö sekä Maa- ja metsätalousministeriö.

*Eevamaria Harala*

## KOKEMUKSET SUMU- JA REPPURUISKUTUSTEN SOVELTUVUUDESTA SIEMENVILJELMIEN TUHO-LAISTORJUNTAAN

**Palviainen, Taru.** 2008. Kasvinsuojeluaineiden vaikutus kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) käpy- ja siemenhyönteisiin. Joensuun yli-

opisto, Metsätieteellinen tiedekunta, metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu työ. 52 s.

Opinnäytetyössä tehtiin kaksi torjuntakoetta ja yksi torjuntakokeilu, joissa testattiin kasvinsuojeluaineiden tehokkuutta käpyjä ja siemeniä voittavia hyönteisiä vastaan kuusen siemenviljelmillä.

Ensimmäinen koe tehtiin yhteistyössä Metsätalouden kehittämisskeskus Tapion kanssa Kangasniemen kahdella kuusen siemenviljelmällä. Satunnaistettujen lohkojen kokeessa testattiin valmisteen Sumi Alpha 5 FW (tehoaineena esfenvaleraatti) toimivuutta. Ruiskutuskoetta toteutettiin traktoriin kytketyllä sumuruiskulla, jossa oli erillinen siiveke, jonka suuttimet suuntautuvat kohti puiden latvuksia. Kahdena torjuntakäsittelynä kokeessa olivat ruiskutus kukintojen ollessa avoimena (0,7 l/ha) sekä ruiskutus toistettuna, kun kävyt olivat alkaneet kehittyä. Kokeen kontrollikäsittelyt olivat ruiskuttamattomat ja vedellä ruiskutetut kuusen vartteet. Koejäsenet muodostuivat 20 kuusivartteen paririvistä. Näiden välille jätettiin 35 metrin suojavälit estämään torjunta-aineen kaukokulkeumaa naapurikoejäseniin. Ruiskutuksen ylettyminen latvuksiin varmistettiin pitkiin vapoihin kiinnitetyillä vesierkillä papereilla.



**Kuva 1.** Käpykääräisen toukka siirtyy siemenistä sömään kävyn lapakkoa myöhemmin kesällä. (kuva Metla/Erkki Oksanen)



**Kuva 2.** Kuusen käpykärpänen munii avoimiin emikukintoihin keväällä. (kuva Metla/Erkki Oksanen)

Torjuntakokeilu tehtiin Kangasniemessä kahden muun kuusen siemenviljelyksen alueella samalla traktoriin kiinnitetyllä sumuruisella kuin ensimmäinen torjuntakoe. Testattavana aineena oli biologinen valmiste *Bacillus thuringiensis*, jonka valmist nimi on Turex WP 50. Aineen tiedettiin toimineen Ruotsissa tehdyissä kokeissa kuusenkäpykoisaa ja käpymittareita vastaan. Torjuntakokeilussa siemenviljelyksen 1 ha suuruinen alue ruiskutettiin Turex-valmisteella (10 kg/ha) ja kontrollinäytteet kerättiin käsittelemättömistä vartteista siemenviljelyksen vastakkaiselta kulmalta. Vierekkäisellä viljelmällä ruiskutettiin 1,5 ha alue kahdesti Turex-valmisteella ja kontrollinäytteet kerättiin käsittelemättömistä vartteista tämän viljelyksen toisesta kulmasta, jonne torjunta-aineen ei oletettu kulkeutuneen. Kuusen vartteet ruiskutettiin molemmin puolin.

Kolmas torjuntakoe toteutettiin yhteistyössä Siemen Forelia Oy:n kanssa Pieksänmaalla sijaitsevalla kuusen siemenviljelyksellä. Koe oli osa yhteispohjoismaista koesarjaa. Suomessa testattiin esfenvaleraatin (Sumi Alpha 5 FW) ja pistiäis- ja perhostoukkien torjuntaan soveltuvaa diflubentsuronia (Du Dim 48 SC). Vastaava valmiste on Suomessa rekisteröity nimellä Dimilin-nes-te. Koe toteutettiin käpyurakoijan nostolaitteen avulla reppuruiskulla satunnaistettujen lohkojen koena, jossa kukin varte sai arvotun käsittelyn: ruiskuttamaton, ruiskutus vedellä, ruiskutus Sumi Alpha 5 FW (0,05 % liuos) tai ruiskutus Du Dim 48 SC (0,06 % liuos). Kustakin vartteesta ruiskutettiin kolme runsaskäpyistä oksaa Hardin C-5 manuaalisilla reppuruiskuilla 3 bariin paineella. Oksakohtainen ruiskutus oli nopea, 1–3 s, simuloiden todellista ruiskutusta.

Koe toteutui suunniteltua myöhemmin, joten ruiskutushetkellä kukinnot olivat alkaneet sulkeutua tai olivat juuri sulkeutuneet.

Vuonna 2006 hyönteistuhot eivät olleet huipussaan, sillä kuusenkäpykoisan tuhoja havaittiin 11–21 % kävyistä ja kuusenkäpykääriäisen 2–15 % kävyistä. Käpykärpäsen tuhoja oli vain alle kolmessa prosentissa käpyjä. Kuusensiemensäaskeä ja kuusensiemenkiilukaista esiintyi siemenissä erittäin vähän. Vuonna 2006 pahimmat tuhot aiheutti-kin kuusentuomiruoste, joka vioitti 10–40 % viljelyksien kävyistä.

### **Hyönteisten alhainen esiintymismäärä vaikeutti tulosten tulkin-taa**

Kokeiden tulokset jäivät käytännön kannalta vaatimattomiksi. Sumi Alpha 5 FW ruiskutus ei vähentänyt käpyihin ja siemeniin kohdistuvia tuhoja kuten ei myöskään Du Dim 48 SC. Viimeksi mainittu ei toiminut myöskään Ruotsissa ja Norjassa tehdyissä vastaavissa kokeissa. Valitettavasti kokeet eivät pysty osoittamaan luotettavasti, että testatut aineet ovat tehottomia.

Yksi syy koetuloksiin lienee hyönteisten alhainen esiintyminen. Täydelliseen torjuntaan ei pystytä, mutta runsaat hyönteiskannat voidaan palauttaa alhaisiksi torjunnan avulla. Jos kannat ovat jo alhaiset, niin torjunta on tarpeetonta. Torjuntakokeilussa Turex WP 50 lasi käpykoisan ja mittariperhosten (kuva 4) vioitusta vain 20 prosentista 14 prosenttiin ja 24 prosentista 17 prosenttiin kävyistä. Ruotsalaisissa tutkimuksissa on havaittu, ettei Turex WP 50 alenna vioitusta tätä alemmaksi.

Kokeissa käytetyt pitoisuudet olivat muille tuhonaiheuttajille laadittuja suositusarvoja. Mikäli olisi testattu pitempiä ruiskutusaikoja, suurempia pitoisuuksia tai erilaista torjunnan ajoitusta ja toistuvuutta, voisi tulos olla erilainen. Jatkossa tulisi testata useampia pitoisuuksia ja erilaisia ajoituksia, mikä käytännössä aiheuttaa sen, että kokeet on tehtävä pienimuotoisina eikä käytännön torjuntakalustoa voida käyttää koetoiminnassa. Oman haas-

teensa asettaa se, että torjuttavana on yhtäaikaaisesti useanlaisia hyönteisiä (perhoset, pistiäiset, sääsket, kärpäset), joiden muninnan ajoitus vaihtelee suhteessa kävyn kehitykseen.

Reppuruiskutuskokeen suunnittelussa huomioitiin viljelyksen rakenne eli eri kuusikloonit. Näiden välillä havaittiinkin eroja eri hyönteislajien iskeytyemisessä ja havainto kannustaa huomioimaan kuusikloonin osana koejärjestelyä myös tulevana vuosina.

Ruiskutuskokeen siemenet röntgenkuvattiin ja testatuilla kasvin-suojeluaineilla ei havaittu negatiivista vaikutusta täysien siementen osuuteen.

Metsäntutkimuslaitoksen Suomenjoen yksikössä tehtyä tutkimusta rahoittivat Metsämiesten Säätiö, Metsänjalostussäätiö ja Maa- ja metsätalousministeriö.

*Taru Palviainen ja Tiina Ylioja*

## **ERI KUUSIKLOONIT HOUKUTTELEVAT ERI TUHOHYÖNTEISIÄ**

**Siitonen, Johanna.** 2008. Kuusikloonin vaikutus käpy- ja siemenviljelyksillä. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, metsäeläintieteen pro gradu työ. 69 s. + 4 liitesivua.

Siemenviljelysten tavoitteena on tuottaa tasaisesti tasalatuista, itävää siementä, jota käyttämällä metsänjalostustyön tuottamat kasvu- ja laatuominaisuudet siirtyvät talousmetsiin. Kuusen siemenviljelyksillä tuotantoa määrää kuuselle luontainen kukinnan määrän vaihtelu. Nyt tuotantoikäiset kuusen siemenviljelykset koostuvat pluspuiden vartetuista klooneista. On todennäköistä, että kuusikloonit eroavat käpy- ja siementuoton lisäksi myös niiden alttiudessa käpy- ja siemen-



# Kuusen siementen itämistä voidaan jouduttaa liotuskäsittelyllä

Katri Himanen

**Himanen, Katri. 2008.** Kuusen siementen liotuskäsittely ennen taimitarhakylvöä. Pro gradu –työ. Helsingin yliopisto. Metsäekologian laitos. 87 s.

Kuusen siementuotanto ei pysty vastaamaan metsänuudistamisen siementarpeeseen ja niinpä hyvälaatuisesta kuusen siemenestä on jatkuva pula. Pulan taustalla ovat 1970-luvulta jatkunut kuusen viljelymäärien kasvu sekä kuusen siementuotannon ongelmat. Kuusen siemeniä voidaan joutua varastoi-  
maan pitkään, ja viime vuosina siementä ja taimia on jouduttu tuomaan myös ulkomailta. Taimituotannon menetelmien kehittyminen ja siirtyminen paakkutaimien kasvatukseen ovat tiukentaneet vaatimuksia siementen laadulle ja itämisnopeudelle. Taimien kasvatus-  
tulosta voidaan pyrkiä parantamaan idätys- ja kasvatusolojen säätelyn lisäksi siemenerien laatua kohentamalla.

Siementen esikäsitteilyt voidaan jakaa heikot ja tyhjät siemenet poistaviin sekä elinvoimaa lisääviin käsitteilyihin. Roskat ja tyhjät siemenet voidaan havupuilla poistaa paineilmaan ja painovoimaan perustuvilla menetelmillä. Männyllä toimivat PREVAC- ja IDS-menetelmät, joissa siemeneristä poistetaan vaurioituneet ja kuolleet siemenet, ovat osoittautuneet kuusella ongelmalliseksi. Siementen elinvoimaa lisää-

viä käsitteilyitä ovat mm. stratifiointi eli kosteiden siementen kylmäkäsitteily sekä erilaiset kemikaaliliuoskäsitteilyt. Stratifioinnin on havaittu nopeuttavan kuusen siementen itämistä, mutta toimivan huonosti pitkään varastoiduilla siemenerillä.

Elinvoimaa lisäävien käsitteilyiden teho perustuu ensisijaisesti siementen vesipitoisuuden nousuun

käsitteilyn aikana. Näin itäminen voi käynnistyä kasvualustalla heti kylvön jälkeen ilman veden imeytymisen alkuvaihetta. Yksinkertaisimmillaan käsitteily voidaan tehdä liottamalla siemeniä vedessä. Tämän on havaittu nopeuttavan useiden havupuulajien, myös kuusen itämistä. Käsitteilyillä, kuten teke-  
mällä liotuskäsittely vaihtuvassa



**Kuva 1.** Kuusen siementen itämistä ja taimien alkukehitystä seurattiin olosuhdekaapeissa. (kuva Pekka Helenius)



**Kuva 2.** Kuusen siementen laboratoriodätystä kostutetun imupaperin päällä petrimaljassa. Kuva otettu 7 vrk:n kuluttua idätystestin alkamisesta. (kuva Pekka Helenius)

vedessä, on myös pyritty vähentämään siemenissä olevia, mahdollisesti kasvitauteja aiheuttavia mikrobeja. Menetelmien yksityiskohdista, kuten sopivinta käsittelyn pituutta ja lämpötilaa ei ole kuitenkaan tutkittu kuusella säädellyissä, nykyaikaisiin taimien kasvatusoloihin sovellettavissa olosuhteissa.

Työssä tutkittiin kolmen erilaisen liotustavan, seisovan, ilmastetun ja vaihtuvan veden käsittelyjen vaikutusta itämiseen ja sirkkataimien kuolleisuuteen. Ilmastus -käsittelyssä veteen pumpattiin ilmaa, ja näin pyrittiin pitämään huolta siementen hapensaannista käsittelyn aikana. Hapen puute voi estää siementen itämisen. Kokeillut liotusajat olivat 12 ja 24 tuntia. Kokeessa oli mukana kaksi kuusen metsikkösiemenerää, joista toinen oli tuleen-

tunut edellisenä syksynä ja toista oli varastoitu 17 vuotta. Käsiteltyjä siemeniä idätettiin sekä turpeessa olosuhdekaapeissa (kuva 1) että laboratoriossa petrimaljoilla 21 vuorokauden ajan (kuva 2). Turveidätyksessä seurattiin myös orastumisvaiheen taimien kuolemista. Työn toisessa osassa siemeniä liotettiin ennen laboratoriodätystä 12, 24, 36, 48, 60 ja 72 tunnin ajan 15, 24 ja 29 °C lämpötiloissa seisovassa vedessä ja liotusvesien happipitoisuudet mitattiin käsittelyiden päätteeksi. Koe tehtiin kolmella siemenerällä.

### **Päätulokset:**

- Käsittelyillä voitiin aikaistaa itämistä sekä laboratoriodätykses-

sä että siemeniä turpeessa idätettäessä, muttei nostaa lopullista itämisprosenttia eli itämiskapasiteettia. Vaikutukset olivat samankaltaiset sekä tuoreella, että pitkään varastoidulla siemenerällä.

- Kokeiltujen käsittelytapojen (seisova, ilmastettu ja vaihtuva vesi) vaikutukset itämiseen olivat samankaltaiset.
- 24 tunnin pituiset käsittelyt olivat 12 tunnin käsittelyjä tehokkaampia.
- Käsittelyillä ei ollut vaikutusta sirkkataimien kuolleisuuteen.
- Työn toisessa osassa liotusveden happipitoisuuksien havaittiin laskevan käsittelyajan kasvaessa. Alhaisimmat veden happipitoisuudet mitattiin korkeimmassa käsittelylämpötilassa (29 °C).
- Käsittelylämpötilaan tulee kiinnittää huomiota. Kun käsittely tehtiin 29 °C lämpötilassa, itävyyksien havaittiin laskevan kaikilla kolmella siemenerällä pisimmillä käsittelyajoilla. Kokeessa 15 ja 24 °C käsittelylämpötilat osoittautuivat turvallisiksi.
- Pisimmissä käsittelyissä joidenkin siementen siemenkuoret avautuivat, vaikka itävyys laboratorioolosuhteissa ei välttämättä alenunutkaan. Tällaiset siemenet voivat vaurioitua kylvössä, joten siemenkuorten avautuminen asettaa rajoituksia käsittelyn pituudelle.

# Punkaharjulle uusi 2. polven mäntypluspuiden kokoelma

Metlan Punkaharjun toimintayksikössä istutettiin elokuussa uusi männyn pluspuiden kloonikokoelma, josta tulee metsänjalostuksen keskeinen resurssi vuosikymmeniksi eteenpäin. Sen tavoitteena on tulevaisuuden metsänviljelyaineiston laadun parantaminen.

Kloonikokoelma istutetaan Metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun tutkimuspuistoon. Neljäntoista hehtaarin laajuinen männyn pluspuukokoelmien keskittymä on yksi tärkeimmistä metsänjalostuksen aineistovarannoista maassamme.

Vanhimmat kokoelmat ovat nyt täyttäneet tehtävänsä, joten ne on lopetettu ja alue käytettiin uuden kloonikokoelman perustamiseen. Uuteen kokoelmaan taltioitavat lähes 350 emopuuta on valittu hyvän laatunsa ja kasvunsa perusteella noin 30 vuotta vanhoista koeviljelyksistä. Kyseessä ovat siis jo männyn 2. polven pluspuut.

Varttaminen ja vartteiden alkukasvatus on tehty Metlan Haapastensyrjän jalostuskoeasemalla. Vartteiden kehittymisen nopeuttamiseksi kokoelma-aluetta hoidetaan intensiivisesti. Risteytyksiä nyt istutettavissa, 2–4 -vuotiaissa vartteissa, päästään tekemään jo noin kymmenen vuoden kuluttua. Kaikkiaan kokoelmaan tulee yli 2000 vartetta.



**Kuva.** Metlan Haapastensyrjän jalostusasemalla vartetut ja alkukasvatetut männyn pluspuiden vartteet istutettiin Punkaharjulle uuteen männyn risteytystarhaan. Taustalla näkyy vanhaa mäntykokoelmaa. Kloonikokoelmat palvelevat jalostustarkoituksia, kuten pluspuilla tehtäviä kontrolloituja risteytyksiä. (kuva Metla/Tarja Salminen)

## Metsänjalostusta jo 1940-luvulta lähtien

Kokoelmat ja niissä tehtävät risteytykset palvelevat valtakunnallista metsänjalostusohjelmaa, joka kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen viranomaistehtäviin.

Metsänjalostuksen tarkoituksena on tuottaa metsänviljelymateriaalia, joka on perinnölliseltä laadultaan ja kasvultaan parempaa kuin luonnonmetsistä saatava aineisto. Metsänjalostus alkoi Suomessa 1940-luvun lopulla pluspuuvalinnalla luonnonmetsistä. Pluspuista kerätyt varteokset on vartettu siemenviljelyksiin tuottamaan siementä käytännön metsänviljelyyn. Samalla ne on vartettu kloonikokoelmiin metsänjalostuksen ja tutkimuksen tarpeita varten.

Männyn jalostetulla metsänviljelyaineistolla on jo saavutettu tilavuuskasvussa keskimäärin 15–20 prosentin parannus metsikköaineistoon verrattuna, samalla kun puiden laatu on selvästi parantunut. Nyt perustettavan kloonikokoelman puiden avulla saadaan tulevaisuudessa entistä parempaa metsänviljelyaineistoa. Tutkimuspuisto, johon kloonikokoelma istutetaan, on osa Metsähallituksen hallinnoimaa valtakunnallista tutkimusmetsäverkkoa.

*Seppo Ruotsalainen ja Matti Haapanen*

# Julkaisusatoa

## LÄMMIN SYKSY VIIVÄSTYTTÄÄ KUUSEN SILMUJEN PUHKEAMISTA KEVÄÄLLÄ

**Søgaard, G., Johnsen, Ø., Nilsen, J. and Junttila, O.** 2008. Climatic control of bud burst in young seedlings of nine provenances of Norway spruce. *Tree Physiology* 28:311–320.

Ilmastonmuutostutkimus tuo uutta tietoa myös taimenkasvattajille. Norjassa tutkittiin kasvukaappiolosuhteissa lyhytpäivä(LP)käsittelyjakson pituuden (4, 6 ja 8 viikkoa) ja sen aikaisen lämpötilan (9–21 °C), syksyn vilutuksen keston (2, 4, 6 viikkoa) sekä keväästymisen aikaisen päivän pituuden (12 vs. 24 h) vaikutusta 1- ja 2-vuotisten kuusentaimien silmun puhkeamisen ajoittamiseen keväällä.

Korkea lämpötila LP-käsittelyn aikana, vilutuksen puute syksyllä ja matala lämpötila keväällä viivästyttivät kaikki taimien lepotilan purkautumista. Taimien silmut kuitenkin puhkesivat ja kasvu alkoi, mikäli taimet olivat keväästymisen aikana pitkän päivän olosuhteissa (24 h). Sen sijaan lyhyen päivän olosuhteissa (12 h) vain viidennes em. silmuista puhkesi. Mitä pidempään taimia vilutettiin, sitä nopeammin silmut puhkesivat ja ne puhkesivat myös lyhyen päivän olosuhteissa. LP-käsittelyn aikainen korkea lämpötila viivästytti silmujen puhkeamista keväällä, vaikka taimia vilutettiin riittävästi.

LP-käsittelyjakson pidentäminen 4 viikosta 8 tai 12 viikkoon nopeutti silmujen puhkeamista noin viikolla. Tämä tulos on havaittu taimitarhakoikeissakin, vaikka tavallisesti taimitarhoilla käytetään vain 4 viikon tai sitä lyhyempiä käsittelyjä.

Tulokset ovat mielenkiintoisia taimenkasvattajan kannalta: korkea lämpötila LP-käsittelyn aikana viivästytti taimien keväästymistä ja silmujen puhkeamista. Aikaisemmin Suomessakin pidettiin ensimmäisen vuoden kuusentaimia muovihuoneessa pitkälle syksyyn. Sittemmin taimia on alettu siirtämään ulkokentille männyn lailla jo heinäkuussa tai aiemminkin. Samoin LP-käsittely toteutetaan enenevässä määrin ulkokentillä. Voisiko olla niin, että LP-käsittely yhdistettynä matalampiin ulkolämpötiloihin aikaistaisi kuusentaimien silmujen puhkeamista keväällä verrattuna siihen, että taimia pidettäisiin syksyllä LP-käsittelyn aikana ja muutamia viikkoja sen jälkeen lämpimässä

muovihuoneessa? Luonnollisesti taimien juuret tarvitsevat karaistuakseen viileneviä lämpötiloja, eikä taimia kannata pitää liian kauan lämpimissä olosuhteissa syksyllä. Joka tapauksessa lämmin loppukesä ja syksy johtavat silmujen hitaampaa puhkeamiseen keväällä, mikä puolestaan saattaisi selittää sen, miksi kevähallouksessa paleltuvat joinakin vuosina silmut ja toisina vuosina neulaset silmujen säästyessä.

*Risto Rikala*

## KUUSEN TAIMIEN RAVINNETANK- KAUKSESTA HYÖTYÄ SYYSHALLOJA VASTAAN

**Luoranen, J., Lahti, M. & Rikala, R.** 2008. Frost hardiness of nutrient-loaded two-year-old *Picea abies* seedlings in autumn and at the end of freezer storage. *New Forests* 35(3): 207–220.

Taimien korkeahkon ravinnepitoisuuden on todettu nopeuttavan niiden juurtumista ja kasvua. Taimien ravinnepitoisuutta voidaan nostaa taimitarhalla syyskesän lannoituksilla lyhytpäiväkäsittelyn (LP) jälkeen, jolloin lannoitus ei enää vaikuta taimien kokoon. Näitä syyslannoituksia kutsutaan usein ravinnetankkaukseksi. Pohdintaa on kuitenkin aiheuttanut se, vaikuttaako ravinnetankkauksella saatava taimien korkeampi typpipitoisuus taimien karaistumiseen ja toisaalta karaistumisen purkautumiseen seuraavana keväänä.

Vastauksia tähän pohdintaan etsittiin Suomenjoella, jossa testattiin kaksivuotiaiksi kasvatettavien, 4.–25.7. LP-käsiteltyjen ja kolmeen erilaiseen typpipitoisuuteen (10,6, 16,1 ja 22,3 g/kg) lannoitettujen taimien pakkaskestävyyttä 4 kertaa syksyllä ja 2 kertaa seuraavana keväänä pakkasvarastoinnin ja heti sulatuksen jälkeen. Mukana oli myös lyhytpäiväkäsittelemätön taimierä, jonka typpipitoisuus oli 17,5 g/kg.

### **Päätulokset**

- Alhaisin typpitaso hidasti silmun muodostumista syksyllä
- Neulasissa ja rangassa heikoin pakkaskestävyys oli alhaisimmalla typpitasolla (10,6 g/kg), jonka kestävyys syyskuun lopulla ja lokakuussa oli jopa heikompi kuin LP-käsittelemättömien taimien

- Syyskuussa alimmalla typpitasolla taimien silmujen pakkaskestävyys oli heikoin, mutta lokakuussa erot olivat hävinneet
- Syksyn typpitankkaus ei vaikuttanut taimien pakkaskestävyyteen keväällä
- Tulosten perusteella suositellaan, että kuusen paakutaimia lannoitetaan LP-käsittelyn jälkeen niin, että neulasten typpipitoisuus syksyllä olisi 15–25 g/kg

Jaana Luoranen

## Toukka- ja aikuisvaiheen ravinnon merkitys tukkimiehtäin sukukypsyydelle

Thorpe, K. & Day, K. 2008. Reproductive maturation in the large pine weevil *Hylobius abietis*: the relative importance of larval and adult diet. *Agricultural and Forest Entomology* 10: 53–59.

Tukkimiehtäit eivät ole kuoriutuessaan sukukypsiä, vaan tarvitsevat aikuisena ravintosityöntivaiheen, jonka jälkeen ne ovat valmiita munintaan. Toukkavaiheen ravinnon sopivuus vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti ja minkä kokoisena tukkimiehtäit kuoriutuvat. Lajin kehittymisen kannalta suotuisimmissa osissa Eurooppaa, eli Britanniassa, tukkimiehtäin kehitys munasta aikuiseksi kestää 15 kuukautta, kun taas Lapissa jopa 5 vuotta. Tässä tutkimuksessa selvitettiin toukka- ja aikuisvaiheen ravinnon vaikutusta tukkimiehtäin lisääntymismenestykseen. Lähtöoletuksena oli, että sekä toukka- että aikuisvaiheen ravinnolla on vaikutusta tukkimiehtäin lisääntymiskäyttäytymiseen. Aikuiset tukkimiehtäit eivät syö pelkästään havupuiden taimien kuorta ja nilaa, vaan myös kuorta hakkuutähteistä ja muusta kenttäkerroksen kasvillisuudesta sekä isojen puiden latvuksista.

### Toukkien kehitys pölleissä

Luonnosta pyydettyjen tukkimiehtäiden annettiin munia säilytysrasioissa paperin päälle. Kaikkiaan 580 tukkimiehtäin munaa kerättiin ja kasvatettiin neljän eri isäntäpuulajin pölkkyissä: euroopanmustamännylä (*Pinus nigra* ssp. *laricio*), sitkankuusella (*Picea sitchensis*), douglaskuusella (*Pseudotsuga menziesii*) ja japaninlehtikuusella (*Larix kaempferi*). Jokaisesta puulajista käytettiin kasvatukseen seitsemän pölliä. Jokaiseen pölliin tehtiin 20 pientä reikää, joihin tukkimiehtäiden munat sijoitettiin. Pöllejä pidettiin +20 °C asteessa 16:8 tunnin fotoperiodilla.

Ensimmäiset aikuiset kuoriutuivat 81 päivässä. Kuoriutuvien aikuisten määrässä ja painossa oli suuria eroja sekä lajien välillä että lajien sisällä, euroopanmustamännylä aikuiset kuoriutuivat 81–127 päivässä. Eri

puulajien välillä keskimääräiset kuoriutumisaajat vaihtelivat paljon, vaihteluvälin ollessa 81–154 päivää. Euroopanmustamännyltä kuoriutuneiden aikuisen painot (101–187 g) olivat suurempia kuin luonnosta kerätyillä (60–180 g) yksilöillä Britanniassa. Hitaimmin tukkimiehtäit kehittyivät sitkankuusella ja nopeimmin euroopanmustamännylä.

Joka puulajista kuoriutuneet naaraat kerättiin erilleen ja laitettiin säilytysrasioihin. Naaraita pidettiin ilman ruokaa +4 °C asteessa 26 päivää, jotta niiden sukukypsyyden kehittyminen pysähtyisi. Koetta jatkettiin siten, että tunnetusta puulajista kuoriutuneiden naaraiden annettiin syödä yhtä puulajia koko sen ajan, kunnes ne saavuttivat sukukypsyyden. Ravintona käytettiin euroopanmustamännyn, sitkankuusen, douglaskuusen ja japaninlehtikuusen hybridin, henrinlehtikuusen (*Larix × marschlinsii*), 3-vuotiaita taimia. Koetaimien keskiläpimitta vaihteli 5,1 mm (sitkankuusi) douglaskuusen 7,2 mm:iin. Jakamalla eri puulajeilta kuoriutuneet naaraat eri puulajeille syömään saatiin kokeeseen 16 eri käsittelyvaihtoehtoa.

### Päätulokset

- Naaraat saavuttivat sukukypsyyden keskimäärin 17 päivässä. 89 % kuoriutuneista naaraista tuotti munia kokeen aikana. Kevyillä yksilöillä muninnan aloittaminen kesti pitempään kuin kookkaammilla yksilöillä.
- Aikuisten paino ennusti hyvin sukukypsyyden saavuttamisen ajankohtaa. Suurimmat aikuiset yksilöt kuoriutuivat euroopanmustakuuselta. Keskimäärin naaraat aloittivat muninnan 23 päivän kuluttua siitä, kun ne olivat kuoriutuneet. Vaihteluväli muninnan aloituksessa oli 10–49 päivää.
- Naaraat munivat keskimäärin 0,1–3,7 munaa päivässä. Munien koko vaihteli paljon, 0,241–1,079 mm<sup>3</sup>.
- Suurimmat naaraat lisääntyivät tehokkaammin kuin kevyemmät. Ne alkoivat tuottaa munia nopeammin, tuottivat niitä enemmän ja munat olivat suurempia kookkailla naaraila kuin kevyemmällä naaraila. Tukkimiehtäiden yksilönkehityksessä munan koko on merkittävä tekijä, koska suuremmasta munasta syntyneet toukat kehittyvät todennäköisimmin aikuisiksi asti kuin pienestä munasta kehittyneet.
- Lyhytaikaisella ravinnonvalintakokeella ei saatu näkyviin merkittäviä eroja tukkimiehtäin käyttäytymisessä tai lisääntymisessä eri ravintokasvien välillä.
- Koska tukkimiehtäit on hyönteiseksi verrattain pitkäikäinen, yksilöt voivat elää jopa neljä vuotta, niin on todennäköistä, että mahdolliset ravintokasvien aiheuttamat erot lisääntymisessä tulisivat näkyviin paremmin vasta pitempikestoisessa kokeessa.

Heli Viiri



# Sisällys

Taimiuutiset 3/2008

KIRJOITTAJAT . . . . .	2
YMPYRÄ SULKEUTUU SUONENJOELLA . . . . . <i>Pertti Harstela</i>	3
OTOKSIA SUONENJOELTA 40 VUODEN VARRELTA . . . . . <i>Marja Poteri</i>	4
COLDNSURE-TESTI KUUSEN TAIMIEN PAKKASVARASTOINTI VALMIUDEN MITTAUKSESSA . . . . . <i>Risto Rikala ja Kyösti Konttinen</i>	6
KOIVUTISLE TAIMIKOIDEN SUOJAAMISESSA HIRVITUHOILTA . . . . . <i>Risto Heikkilä ja Sauli Härkönen</i>	10
PINTAKASVILLISUUDEN TORJUNTA VARMISTAA HYVÄN PELLONMETSITYSTULOKSEN . . . . . <i>Jyrki Hytönen ja Paula Jylhä</i>	12
LAIKKUMÄTÄSTYKSELLÄ ÄESTYSTÄ PAREMPI KANNATTAVUUS KUUSEN ISTUTUSALOILLA . . . . . <i>Karri Uotila</i>	15
ENSIMMÄISET HYÖNTEISTEN TORJUNTAKOKEET KUUSEN SIEMENVILJELMIEN KÄPYTUHOLOISIA VASTAAN . . . . . <i>Eevamaria Harala, Taru Palviainen, Johanna Siitonen ja Tiina Ylioja</i>	18
KUUSEN SIEMENTEN ITÄMISTÄ VOIDAAN JOUDUTTAA LIOTUSKÄSITTELYLLÄ. . . . . <i>Katri Himanen</i>	22
PUNKAHARJULLE UUSI 2. POLVEN MÄNTYPLUSPUIDEN KOKOELMA . . . . . <i>Seppo Ruotsalainen ja Matti Haapanen</i>	24
JULKAISUSATO . . . . .	25
PUUPELTOCITY . . . . .	27

