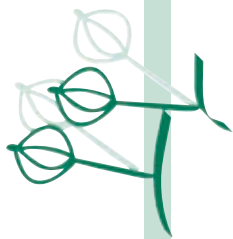


# Taimiuutiset



1/2009



Metsäntutkimuslaitos

## Yhteistyössä mukana

### Fin Forelia Oy

Hermannin aukio 3E  
PL 1058  
70100 Kuopio

### Ab Mellanå Plant Oy

Mellanåvägen 33  
64320 Dagsmark

### Pohjan Taimi Oy

Kaarreniementie 16  
88610 Vuokatti

### Taimi-Tapio Oy

Näsinlinnankatu 48 D  
PL 97  
33101 Tampere

### UPM Metsä

Joroisten taimitarha  
Kotkatlahdentie 121  
79600 Joroinen

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

### Taitto

Eija Lappalainen

### Kansikuva

Koivun siirto etelästä pohjoiseen voi lisätä puiden runkoviikoja. Koivun alkuperäsiirroista lisää artikkelissa s. 5–8. (kuva Metla/Erkki Oksanen)

# Kirjoittajat

### Leena Hamberg

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Leena.Hamberg@metla.fi

### Jarkko Hantula

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Jarkko.Hantula@metla.fi

### Eevamaria Harala

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki  
Eevamaria.Harala@metla.fi

### Kyösti Konttinen

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

### Arja Lilja

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Arja.Lilja@metla.fi

### Irja Löfström

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Irja.Lofstrom@metla.fi

### Michael Müller

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Michael.Muller@metla.fi

### Jaakko Napola

Metsäntutkimuslaitos

### Toimittaja Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö  
Marja.Poteri@metla.fi

### Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen yksikkö

ISSN 1455-7738  
Dark Oy, Vantaa 2009

Haapastensyrjän jalostusasema  
Haapastensyrjäntie 34  
12600 Läyliäinen  
Jaakko.Napola@metla.fi

### Päivi Parikka

MTT/Kasvintuotannon tutkimus  
31600 Jokioinen  
Paivi.Parikka@mtt.fi

### 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

### Anna Rytönen

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Anna.Rytönen@metla.fi

### Henna Vartiamäki

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Henna.Vartiamaki@metla.fi

### Pirkko Velling

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Pirkko.Velling@metla.fi

### Anneli Viherä-Aarnio

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan yksikkö  
PL 18, 01301 Vantaa  
Anneli.Vihera-Aarnio@metla.fi

### Tilaukset

Tilauhinta vuodeksi 2009 on 35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa. Tilaukset toimittajalta tai verkkolomakkeella <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm>.

# Harsintaa metsässä ja taimitarhalla

Veikko Koski

Perintötekijöiden merkitystä ei taimituotannossa aina muisteta täysipainoisesti ottaa huomioon, kun tuotannolliset ja taloudelliset tekijät saavat suurimman painoarvon.

Perimän ja ympäristön yhteisvaikutus on taimituotannossa otettava huomioon, sillä viljelyaineiston perinnölliset ominaisuudet ovat ratkaisevan tärkeitä varsinaisissa viljelykohteissa, missä ne säätelevät puiden elämää ja kasvua aina kiertojen loppuun asti. Taimi uutisten 4/2008 ”pääkirjoituksessa” Heikki Smolander, Risto Rikala ja Pasi Puttonen vetoavat taimentuottajiin, jotta taimilajittelussa hylättyjä taimia ei ”tuunattuina” pantaisi myyntiin uutena taimieränä. Kirjoittajat rinnastavat tällaisen toiminnan harsinnan kaltaiseen negatiiviseen valintaan, josta ei hyvää seuraa.

Puiden kasvunopeus, runkomuoto, puun tiheys, vuosirytmii ym. metsänhoidon ja talouden kannalta merkittävät ominaisuudet edustavat jatkuvaa muuntelua, jossa populaation yksilöt muodostavat liukuvan jatkumon pienimmästä suurimpaan. Taustalla on useita tekijöitä, mistä seuraa, etteivät puiden genetiikka ja jalostus ole aivan yksinkertaisia asioita.

Pohjimmalsena selityksenä on, että ns. määrällisten ominaisuuksien takana on useiden, jopa kymmenien eri geenien toiminta. Geenit voivat muodostaa niin valtavan määrän erilaisia yhdistelmiä, että suotuisien ja haitallisten geenien vaikutuksia voidaan käsitellä vain

tilastollisten jakautumien avulla. Mitä enemmän geenien toiminnasta opitaan tietämään, sitä monimutkaisemmalla systeemi näyttää.

## Jalostuksessa valitaan keskiarvoa parempia yksilöitä

Kun jokaiseen määrälliseen ominaisuuteen vaikuttaa myös ympäristö, lukuisien ”luokkien” rajat häviävät, ja fenotyyppinen jakautuma muuttuu normaalijakautumaksi. Silloin yksittäisten geenivaikutusten sijasta operoidaan tilastollisilla jakautumilla ja todennäköisyyksillä. Tarkasteltavana oleva populaatio (esim. metsikön puiden pituusjakautuma) kuvataan keskiarvon ja hajonnan avulla. Välille  $M \pm SD$  jää 2/3 yksilöistä, ja vastaavasti vähintään kahden keskihajonnan verran keskiarvoa parempien tai vastaavasti huonompien yksilöiden osuus on vain noin 2,5 %. Jalostajat ovat valinneet ensin luonnonmetsistä jalostusmateriaaliksi ja jatkossa jälkeläiskokeiden perusteella jo kertaalleen valittujen joukosta juuri noita harvinaisen hyviä yksilöitä mm. siemenviljelyksissä käytettäväksi.

Tunnepohjainen tehometsätalouden vastustaminen ja ns. luonnonmukaisen metsänhoidon ihannointi ovat kuitenkin nostaneet harsinta-teeman taas esille. Asian yhteydessä käytetään niin monenlaisia käsitteitä ja uusia eufemismejä, ettei edes metsäammattilaisilla ole yhteistä kieltä – tiedotusvälineistä puhumattakaan. (Oletteko muuten koskaan kuulleet metsä vs. metsikkö ja laji vs. lajike menevän oikein?) Kiistan

osapuolet perustelevat näkökantojaan nyt olemassa olevan puuston tuotoslukuilla ja taloudellisilla laskelellilla. Jossain tapauksessa yläharvennus tai harsinta ilmeisesti tuottaakin paremmin, ainakin lyhyellä aikavälillä. Poikkeus vahvistaa säännön. Genetiikassa tunnetaan ’frequency dependent selection’. Valinta voi suosia jotain erilaista niin kauan kuin se pysyy harvinaisena. Tämähän pätee erityisesti tiedotusvälineisiin.

## Negatiivinen valinta laskee metsien rodullista tasoa

Harsinta sanan varsinaisessa merkityksessä on määrämittahakkuuta, jossa metsikön arvokkaimmat puut kaadetaan ja jäännöspuusto jätetään varttumaan myyntimittoihin sekä tuottamaan siemenet uudistumista varten. Harsintajulkilausumassa Risto Sarvas kiinnitti huomiota siihen, että mikäli harsinnasta tulee sukupolvesta toiseen jatkuva vallitseva käytäntö, metsien rodullinen taso laskee. Geneettiset eli rodulliset vaikutukset ilmenevät vasta usean puusukupolven jälkeen, toisin sanoen kaukana tavallisen ihmisen aikahorisontin takana. Degeneraatio on kuitenkin kiistaton. Historiasta löytyy kyllä vakuuttavia esimerkkejä negatiivisen valinnan turmiollisesta vaikutuksesta. Ei tarvitse mennä Etelä-Suomen huonolaatuista tammia kauemmas; menneinä vuosisatoina parhaat tammet kaadettiin laivanrakennus- ja tarvepuuksi (Hinneri 1996: Jalopuut s.16). Pääpuulajien kohdalla sa-

manlainen degeneraatio edellyttäisi, että harsinnasta tulisi vallitseva käytäntö sadoiksi vuosiksi ja että uudistuminen olisi aina luontaista. Sen sijaan viljelymetsätaloudessa uudistamiseen käytetään jalostettua aineistoa, joka aina uuden sukupolven kohdalla on entistä parempaa.

Paradoksaalista on, että niin kauan kuin harsinta tai muun niminen poimintahakkuu ja sen jälkeen luontainen uudistuminen rajoittuu pieniin erillisiin metsälöihin, geneettiset muutokset tapahtuvat niissä hyvin hitaasti. Jäljelle jääneet puut pölytyvät laajalta alueelta ympäristöstä kulkeutuvalla siitepölyllä, jolloin niiden jälkeläiset ovat parempia kuin siemenpuiksi jääneet jäännöspuut. Taimettuminen tosin voi olla vajavaista, mutta tuleehan se metsä ajan kanssa pidemmän kaavan mukaan. Tällainen geenivirtaus, josta jalostetuista puustoista, selittää sen, että harsintajäännöksenkin siemennyksestä on voinut kasvaa hyvä puusto. Harvinaiset tosinajatelijat saavat tahtomattaan lahjaksi parempaa perintöainesta naapurista. Yksittäistapauksia ei silti voida yleistää koko metsätalouden ohjenuoraksi.

Voidaan kuitenkin tehdä se kerrettiläinen johtopäätös, ettei yläharvennus tai varsinainen harsinta johdakaan metsien yleiseen rodullisen tason huonontumiseen, kunhan ne pysyvät vain pienialaisina poikkeustapauksina metsien käsitelyssä. Tuotoksen ja taloudellisuuden kannalta harsinta on hyvä vaih-

toehto vain tietynlaisissa kohteissa. Toisaalta on aina vakaumuksellisia oman tien kulkijoita, joille muut arvot ovat tärkeämpiä kuin puun tuotos ja metsästä saatavat tulot. Heitäkään ei ole tarvis syyllistää metsien perintöaineksen turmelemisesta.

### **Tarhaoloissa pärjäävät perimältään heikkommat taimet pyrittävä lajittelemaan pois**

Taimitarhoilla normaalikäytäntö on kasvattaa taimet siemenviljelyssiemenistä. Siemenviljelyksillä valitut, siis keskimääräistä paremmat vanhemmat, tuottavat keskinäisen risteytymisen ja osittaisen taustapölytyksen tuloksena jalostettua, mutta kuitenkin geneettisesti monimuotoista siementä. Ristisiitokseen perustuvassa lisääntymisessä kortit jaetaan aina uudelleen jälkeläisten kesken. Silloin hyvienkin puiden jälkeläisissä on aina pieni osuus perimältään heikkoja yksilöitä, jotka eivät luonnossa selviydy. Puhutaan geneettisestä taakasta, eli sellaisista väistyvistä geneeistä, jotka homotsygootteina aiheuttavat joko alki- on kuoleman tai taimen elinkyvyn heikentymisen. Kun puiden lisääntymispotentiaali on valtava, populaatiolla on vara luonnossa menettää pieni osa jälkeläisistä, kun silti jää runsaasti voimakkaita yksilöitä uutta sukupolvea varten.

Taimitarhassa olosuhteet siemen- ten itämiselle ja taimien alkukehitykselle ovat monessa suhteessa

erilaiset kuin luonnossa. On homogeeninen ja ravinteikas kasvualusta, riittävä kosteus, korkea lämpötila ja yleensä jokseenkin väljä kasvutila sekä tuhojen torjunta. Seurauksena optimaalisista olosuhteista onkin luonnonoloihin verrattuna moninkertainen kasvunopeus. Toisaalta näissä oloissa pärjäävät myös perimältään heikkommat taimet. Taimilajittelun biologinen perusta on siinä oletuksessa, että perimältään heikot taimet erottuisivat jo varhain joukosta ja ne voitaisiin lajitella pois. Tällä parannettaisiin viljelyn onnistumista.

Jos poistetuille taimille annetaan toinen mahdollisuus jatkamalla niiden kasvattamista suotuisissa oloissa ja toimitetaan sen jälkeen uutena taimieränä istutuksiin, ollaan ilmeisesti arveluttavalla tiellä. Menettely on selvästi negatiivista valintaa, joka on rinnastettavissa harsintaan. Jos siitä tulisi yleinen käytäntö, syntyisi vuosittain jopa satoja hehtaareja viljelymetsää, jonka ennuste on huono. Vaikka pitkäaikaista korkeellista näyttöä vaikutuksesta viljelyn onnistumiseen ja puuston kasvuun ei juuri ole, on parempi jättää tuunattujen taimien tuottaminen ja markkinointi pois ohjelmasta.

Professori Veikko Koski toimi ennen eläkkeelle jääntiään metsänjalostuksen professorina Metsäntutkimuslaitoksessa. vekoski@saunalah- ti.fi

# Rauduskoivun siemensierrot Baltian maista Suomeen – vaikutus kasvuun ja rungon laatuun

Anneli Viherä-Aarnio ja Pirkko Velling

Metsäpuiden siemenen siirrolla etelästä pohjoiseen tietyissä rajoissa voidaan saavuttaa kasvunlisää, koska eteläisten alkuperien kasvujakso

on pidempi kuin paikallisten. Niinpä onkin, osana Suomen ilmastonmuutoksen kansallista sopeutumisstrategiaa, ehdotettu viljeltäväksi jonkin verran eteläisempiä alkuperiä, jotka voisivat hyödyntää pitenevää kasvukautta paikallisia alkuperiä paremmin. Metsänviljelyaineis-

ton vapaasta kaupasta EU:n sisällä saattaa seurata pyrkimyksiä tuoda maahamme myös koivun siementä etelästä, esim. Baltian maista.

Balttilaisten, kuten myös muiden ulkomaisten koivualkuperien, menestymistä maassamme on kuitenkin tutkittu hyvin vähän, ja tutkimukset on tehty nuorilla taimilla. Koivun siemensierrot perustuvatkin lähinnä Etelä- ja Keski-Suomesta valittujen, yksittäisten kantapuiden jälkeläiskokeista saatuihin tuloksiin, koska ei ole ollut käytettävissä tuloksia ulkomaisten koivualkuperien menestymisestä maassamme, eikä myöskään metsikköalkuperillä tehdyistä kokeista.

Tässä tutkimuksessa verrattiin kaupallisen ainespuun koon saavutaneita balttilaisia ja kotimaisia rauduskoivualkuperiä, sekä tutkittiin etelä-pohjoisuuntaisten siemensierrojen vaikutusta kasvuun ja rungon laatuun kahdessa metsämaastoon perustetussa provenienssikokeessa Etelä- ja Keski-Suomessa.

## Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen aineiston muodosti kaksi rauduskoivun provenienssikokeetta, jotka sijaitsevat Tuusulassa (leveysaste 60°21'N) ja Viitasaarella (63°11'N). Kokeet sisältävät rauduskoivun metsikkösiemenieriä Latviasta (7 kpl), Virosta (2), Venäjältä (2) ja Etelä- ja Keski-Suomesta (6)

**Taulukko 1.** Tutkimukseen sisältyvät rauduskoivualkuperät.  
FIN = Suomi, EST = Viro, LV = Latvia, LT = Liettua, RUS = Venäjä.

	Alkuperä	Leveysaste	Pituusaste
1	FIN, Pielavesi	63°18'N	26°49'E
2	FIN, Punkaharju	61°48'	29°18'
3 <sup>a</sup>	FIN, E1987 Punkaharju	61°48'	29°18'
4	FIN, Sulkava	61°48'	28°10'
5	FIN, Joutsa	61°40'	26°15'
6	FIN, Kangasala	61°25'	24°09'
7 <sup>a</sup>	FIN, E2812 Valkeakoski	61°12'	24°00'
8	FIN, Tuusula	60°27'	24°58'
9 <sup>a</sup>	FIN, E3012 Tuusula x E2378 Punkaharju	60°22' / 61°48'	25°03' / 29°19'
10 <sup>a</sup>	FIN, E3013 Tuusula x E2812 Valkeakoski	60°22' / 61°12'	25°03' / 24°00'
11	EST, Viljandi	58°20'	25°30'
12	EST, Viljandi	58°20'	25°30'
13 <sup>b</sup>	LV, Salacgrīva	57°49'	24°21'
14	LV, Alūksne	57°28'	26°59'
15	LV, Liepa	57°22'	25°30'
16	LV, Dursupe	57°11'	22°58'
17	LV, Saldus	56°42'	22°27'
18	LV, Jaunkalsnava	56°41'	25°55'
19	LV, Zaļenicki	56°31'	23°29'
20 <sup>a</sup>	LT, U8863 Girionys	54°50'	24°
21	RUS, Novosibirskaya obl., Maslyanino	54°30'	84°
22	RUS, Novosibirskaya obl., Maslyanino	54°30'	84°

<sup>a</sup> yksittäisen kantapuun jälkeläistö

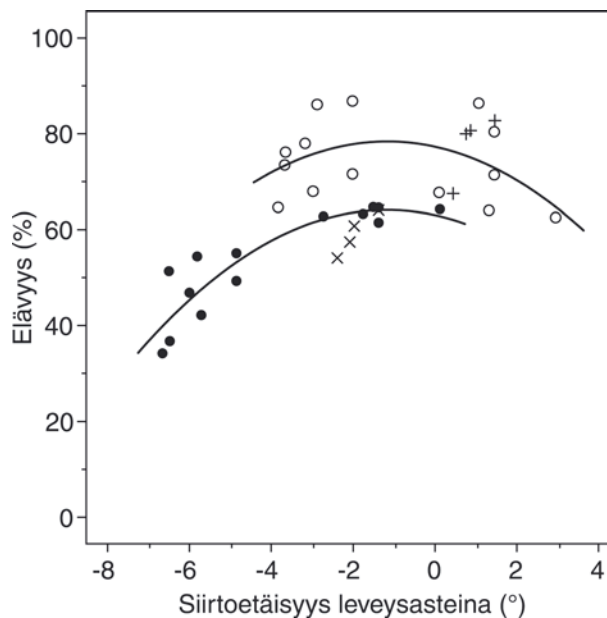
<sup>b</sup> raudus- ja hieskoivun sekoitus, ei sisälly analyysiin

**Taulukko 2.** Keskimääräinen elävyys, pituus, läpimitta ( $D_{1,3}$ ), kapeneminen, hehtaarikohtainen kuutiomäärä ja runkoviallisten puiden osuus sekä alkuperien välinen vaihtelu Viitasaaren (63°11'N) ja Tuusulan (60°21'N) kokeissa. Paikallinen alkuperä Viitasaaren kokeessa on Pielavesi (63°18'N) ja Tuusulan kokeessa Tuusula (60°27'N).

	Viitasaari				Tuusula			
	Keskiarvo (Hajonta)	Pienin alkuperä-keskiarvo	Suurin alkuperä-keskiarvo	Paikallinen alkuperä	Keskiarvo (Hajonta)	Pienin alkuperä-keskiarvo	Suurin alkuperä-keskiarvo	Paikallinen alkuperä
Elävyys (%)	54.0 (13.3)	30.1	64.7	64.3	73.1 (13.1)	58.0	86.8	67.8
Pituus (m)	13.9 (1.1)	12.1	15.4	14.0	15.0 (1.3)	12.6	16.5	14.7
$D_{1,3}$ (cm)	11.9 (0.9)	10.3	13.2	11.4	11.6 (1.1)	9.8	13.1	11.8
Suht. kapeneminen (%)	30.2 (3.9)	24.8	37.3	27.8	26.2 (3.9)	22.2	32.8	27.3
Tilavuus ( $m^3/ha$ )	104.8 (34.1)	47.0	139.7	116.3	141.5 (40.3)	74.4	194.0	130.0
Runkoviallisia puita (%)	50.9 (18.0)	26.9	79.0	38.6	55.5 (14.9)	34.0	77.8	41.7

sekä yksittäisten, valittujen kanta-puiden vapaapölytys- tai risteytys-siemeneriä Etelä- ja Keski-Suomesta (4) ja Liettuasta (1). Siemenerät olivat peräisin leveysasteiden 54°N ja 63°N väliseltä alueelta (taulukko 1).

Kokeet perustettiin kaksivuotiailla taimilla avohakatuille ja auruille mustikkatyypin (Tuusula) ja käenkaali-mustikka -tyypin (Viitasaari) viljelyaloille keväällä 1981 satunnaistettujen lohkojen kokeina. Kukin alkuperä istutettiin koeruu-tuihin neljälle lohkolle satunnaistaen ruutujen paikat lohkojen sisällä. Koeruidun koko oli Tuusulassa 25 tainta (10 x 10 m) ja Viitasaarella 49 tainta (14 x 14 m). Taimien istutusväli oli molemmilla kokeilla 2 x 2 m. Kokeista mitattiin puiden pituudet ja läpimitat sekä laskettiin suhteellinen kapeneminen, elävyys, tuotos hehtaarikohtaisena kuutiomääränä ja runkoviallisten puiden osuus. Runkoviallisiksi luokiteltiin puut, joilla oli pääangan vahingoittumisesta johtuva poikaoksa tai haaroittunut runko. Mittaukset tehtiin puiden ollessa 22 vuoden ikäisiä. Aineisto analysoitiin lineaarisella sekamallilla, jolla tutkittiin siemenalkuperän leveysasteen sekä leveysasteissa mitatun siemenen siirtoetäisyyden vaikutusta koivujen elävyyteen, tuotokseen ja runkoviallisten puiden osuuteen. Siirtoe-

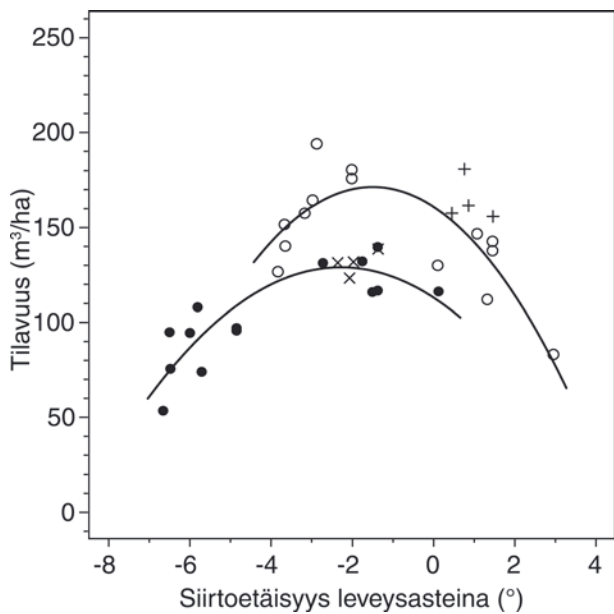


**Kuva 1.** Rauduskoivualkuperien keskimääräinen elävyys suhteessa etelä-pohjoissuuntaisen siemensiirron pituuteen Tuusulan (ylempi käyrä) ja Viitasaaren (alempi käyrä) kokeissa. Siirtoetäisyys on alkuperän kotipaikan leveysasteen ja koepaikan leveysasteen erotus. Toisen asteen tasoituskäyrä on laskettu suomalaisten ja balttilaisten metsikköalkuperien ruutukeskiarvojen perusteella. ○ = metsikköerän keskiarvo Tuusulan kokeessa, • = metsikköerän keskiarvo Viitasaaren kokeessa, + = kantapuu jälkeläisten keskiarvo Tuusulan kokeessa, x = kantapuu jälkeläisten keskiarvo Viitasaaren kokeessa.

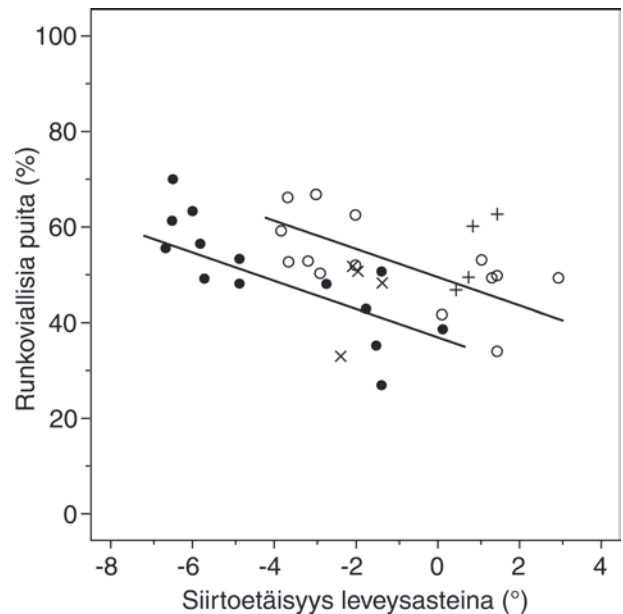
täisyys laskettiin siemenalkuperän kotipaikan leveysasteen ja koepaikan leveysasteen erotuksena. Siirron vaikutuksen analyysi perustui kokeiden sisältämiin kotimaisiin ja balttilaisiin metsikköalkuperiin.

### Alkuperien menestymisessä suuria eroja

Alkuperien välillä oli suuria eroja kaikissa tutkituissa ominaisuuksissa molemmilla koepaikoilla (taulukko 2). Viitasaaren kokeessa, missä kaikki tutkittavat alkuperät oli siirretty etelästä pohjoiseen, nii-



**Kuva 2.** Rauduskoivualkuperien keskimääräinen hehtaarikohtainen kuutiomäärä suhteessa etelä-pohjoissuuntaisen siemensiirron pituuteen Tuusulan (ylempi käyrä) ja Viitasaaren (alempi käyrä) kokeessa. Siirtoetäisyys on alkuperän kotipaikan leveysasteen ja koepaikan leveysasteen erotus. Toisen asteen tasoituskäyrä on laskettu suomalaisten ja balttilaisten metsikköalkuperien ruutukeskiarvojen perusteella. ○ = metsikköerän keskiarvo Tuusulan kokeessa, • = metsikköerän keskiarvo Viitasaaren kokeessa, + = kantapuujätkeläistön keskiarvo Tuusulan kokeessa, × = kantapuujätkeläistön keskiarvo Viitasaaren kokeessa.



**Kuva 3.** Rauduskoivualkuperien keskimääräinen runkoviollisten puiden osuus suhteessa etelä-pohjoissuuntaisen siemensiirron pituuteen Tuusulan (ylempi suora) ja Viitasaaren (alempi suora) kokeessa. Siirtoetäisyys on alkuperän kotipaikan leveysasteen ja koepaikan leveysasteen erotus. Ensimmäisen asteen tasoitus suora on laskettu suomalaisten ja balttilaisten metsikköalkuperien ruutukeskiarvojen perusteella. ○ = metsikköerän keskiarvo Tuusulan kokeessa, • = metsikköerän keskiarvo Viitasaaren kokeessa, + = kantapuujätkeläistön keskiarvo Tuusulan kokeessa, × = kantapuujätkeläistön keskiarvo Viitasaaren kokeessa.

den keskimääräinen elävyys vaihteli 30–65 %. Elävyys oli sitä alhaisempi, mitä eteläisemmästä alkuperästä oli kyse, ja balttilaisten alkuperien elävyys jäi selvästi kotimaisten erien elävyyttä heikommaksi (kuva 1). Tuusulan kokeessa elävyys oli keskimäärin korkeampi kuin Viitasaarella, ja vaihteli alkuperien välillä 58–87 %. Liettualaisen kantapuun jälkeläistö oli elävyydeltään heikoin erä molemmissa kokeissa.

Alkuperien keskimääräinen hehtaarikohtainen kuutiomäärä vaihteli Viitasaaren kokeessa välillä 47–140 m<sup>3</sup>/ha (taulukko 2), ja tuotokseltaan parhaita olivat eteläsuomalaiset alkuperät, kun taas balttilaiset alkuperät olivat huomattavasti kotimaisia heikompia (kuva 2). Tuusulan kokeessa alkuperien keskimääräinen hehtaarikohtainen kuutiomäärä vaihteli välillä 74–194 m<sup>3</sup>/ha, ja korkeimpaan tuotokseen yltivät Viron ja Pohjois-Latvian alkuperät sekä eteläsuomalaisten kantapuiden jälkeläistöt. Pienin hehtaarikohtai-

nen kuutiomäärä Tuusulassa oli keskisuomalaisella Pielaveden alkupeurällä. Myös Novosibirskin alkupeurän tuotos oli molemmissa kokeissa heikko. Alkuperien keskimääräinen runkoviollisten puiden osuus vaihteli Viitasaarella välillä 27–79 % ja Tuusulassa välillä 34–78 % (taulukko 2). Runkoviollisia puita oli molemmissa kokeissa keskimäärin sitä enemmän, mitä eteläisempi alkuperä oli kyseessä (kuva 3), ja tässä suhteessa heikoin oli liettualaisten kantapuun jälkeläistö.

### Siemensiirron vaikutus elävyyteen, kasvuun ja rungon laatuun

Etelästä pohjoiseen tai pohjoisesta etelään tehdyn siemensiirron pituus vaikutti merkittävästi alkuperien elävyyteen, tuotokseen ja runkoviollisten puiden osuuteen. Elävyyden ja tuotoksen suhde siirtoetäisyyteen oli käyräviivainen (kuvat 1 ja 2).

Mallin mukaan paras elävyys saavutettiin paikallisella alkuperällä tai siirtämällä siementä etelämpää, kuitenkin enintään n. kahden leveysasteen verran. Tuotos lisääntyi jonkin verran siirtämällä siementä etelästä pohjoiseen enintään noin kaksi leveysastetta (n. 220 km). Pidempi siirto etelästä pohjoiseen, samoin kuin siirto pohjoisesta etelään heikensi elävyyttä ja tuotosta. Runkoviollisten puiden osuus kasvoi suoraviivaisesti samalla kun siemenen siirtoetäisyys etelästä kasvoi, noin 3 % yhtä leveysastetta kohden (kuva 3). Siirtoetäisyys selitti vain osan tarkastelluissa ominaisuuksissa esiintyvistä vaihtelusta, sillä myös muut tekijät, esim. kasvupaikkavaihtelu vaikuttavat rauduskoivun menestymiseen.

### Tarkastelu ja päätelmiä

Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan eteläisimmässä

osassa Suomea lisätä rauduskoivun tuotosta kotimaisiin metsikköeriin verrattuna käyttämällä viljelyssä Virosta tai Latvian pohjoisosista peräisin olevia siemenalkuperiä, mutta samalla runkoviollisten puiden osuus kasvaa. Tutkimukseen sisältyneiden pohjoislatvialaisen (Aluksne) ja etelävirolaisen (Viljandi) alkuperän korkea tuotos on osoitus eteläisempien alkuperien kasvukyvyistä, mikä perustuu niiden pidempään kasvujaksoon. Keskimääräinen mallin ennustama siemensierrolla saavutettava tuotoksen lisäys jäi kuitenkin melko vähäiseksi (kuva 2), ja siihenkin liittyy heikompi rungon laatu. Keski-Suomessa balttilaiset alkuperät eivät menesty. Eteläisten alkuperien tiedetään aiempien tutkimusten perusteella jatkavan kasvuaan syksyllä myöhempään kuin paikallisten, ja niiden heikompi rungon laatu

johtuukin todennäköisesti altistumisesta pakkasvaurioille myöhemmän talveentumisen vuoksi. Huonon rungon laatu saattaa selittyä osaksi myös nuoruusvaiheen hirvituhoilla, joiden on eräässä aiemmassa tutkimuksessa todettu olevan yleisempiä juuri etelästä siirretyillä alkuperillä.

Siemensierroilla pohjoisesta etelään voidaan puolestaan parantaa jonkin verran rungon laatua, mutta samalla tuotos heikkenee. Pohjoisilla alkuperillä pituuskasvun päättymisen aiheuttava kriittinen yönpi-tuus on lyhyempi kuin eteläisillä, ja etelää kohti siirrettyinä ne saavat pituuskasvun päättymisen aiheuttavan yönpi-tuussignaalin eteläisiä alkuperiä varhemmin kesällä. Tämän vuoksi niiden kasvujakso jää lyhyeksi ja tuotos heikoksi, kuten tässä tutkimuksessa Pielaveden alkuperällä, joka Tuusulan kokeessa

kasvaessaan oli siirretty kolmen leveysasteen verran kotipaikaltaan etelää kohti.

Eteläsuomalaisten valittujen kantapuiden jälkeläistöjen tuotos oli Tuusulassa samaa tasoa kuin Baltiasta siirrettyjen alkuperien, ja Viitasaarella nämä jälkeläistöt olivat huomattavasti parempia kuin balttilaiset alkuperät. Ulkomaisen viljelyaineiston tuontiin ei siten ole näiden tulosten valossa syytä, eikä toisaalta tarvettakaan, koska hyväkasvuisia ja -laatuisia kotimaisia siemenviljelys- ja metsikköalkuperiä on runsaasti saatavilla.

Artikkeli on kooste julkaisusta: Viherä-Aarnio, Anneli & Velling, Pirkko. 2008. Seed transfers of silver birch (*Betula pendula*) from the Baltic to Finland - effect on growth and stem quality. *Silva Fennica* 42(5): 735-751.

# Tervalepän siementä siemenviljelyksiltä 2010-luvulla

*Jaakko Napola*

*Suomeen on viime vuosina perustettu kolme tervalepän siemenviljelystä, jotka täyttävät käytännöllisesti katsoen koko maan siementarpeen alkaessaan tuottaa siementä ensi vuosikymmenellä.*

Tervaleppä on arvokas ja nopeakasvuinen puulaji, joka sopivilla kas-

vupaikoilla kasvaa jokseenkin yhtä nopeasti kuin rauduskoivu. Tervaleppää voidaan kasvattaa runsasravinteisilla ja kosteilla metsämailla ja pelloilla sekä tulvamailla. Tervaleppä menestyy hyvin myös viljavalla turvemaalla (Valkonen ym.1995).

Vuosina 2004–08 Eviran keräämien tietojen mukaan taimitarhoilta toimitettiin metsänviljelyyn vuosittain 50 000–80 000 tervalepän tainta. Tähän asti tervalepän siemen-

huolto on perustunut siemenkeräysmetsikköihin sekä muihin hyväiksi tunnettuihin metsikköalkuperiin. Tilanne on kuitenkin muuttumassa, kun kolme viime vuosina perustettua siemenviljelystä Muuramessa, Hollolassa ja Ahvenanmaan Jomalassa alkavat tuottaa satoa todennäköisesti 2010-luvun alkupuolella.

Forelia Oy (nykyisin Siemen Forelia Oy) teki vuosikymmenen alussa Metlalle aloitteen kahden terva-



**Kuva 1.** Rasilan siemenviljelys Hollolassa kesällä 2007. (kuva Siemen Forelia Oy/Tapani Relander)

leppäsiemenviljelyksen perustamisesta Etelä- ja Keski-Suomeen.

Koska Suomessa ei entuudestaan ollut kokemusta tervalepän vartesiemenviljelyksistä, tietoa päätettiin hankkia naapurimaista. Muissa Pohjoismaissa ja Baltian maissa on tervalepän siemenviljelyksiä ollut jo pitkään. Erityisesti Liettua on kunnostautunut tällä alalla, sillä sinne on perustettu peräti seitsemän siemenviljelystä. Forelian Oy:n ja Metlan edustajat tekivät opintotakan Baltiaan syksyllä 2002 (Napola 2003).

## Uusia pluspuita

Metlassa käynnistettiin vuonna 2002 hanke uusien tervalepän kantapuiden valitsemiseksi. Tarkastusmatkoilla oli näet käynyt ilmi, että aikaisemmin 1950- ja 1970-luvuilla valitut pluspuut eivät tulisi alkuunkaan riittämään, sillä monet niistä olivat joko kuolleet vanhuuttaan tai kaadettu. Silloinkin kun pluspuut olivat yhä pystyssä, maalimerkinnät niiden rungossa olivat usein jo niin kuluneita, että puita ei pystytty enää varmuudella tunnistamaan.

Pluspuiden valintakriteereistä tärkeimpiä ovat rungon suoruus, järeyys, oksien ohuus, oksakulma sekä tervalepän kohdalla erityisesti vesioksien vähyys. Lepät kasvatta-

vat vesioksia eli runkovesoja etenkin harvennuksen jälkeen, mikä on harmillista puun laadun kannalta. Jalostuksessa pyritäänkin valitsemaan pluspuiksi sellaisia puuyksilöitä, jotka tekisivät mahdollisimman vähän vesioksia.

Uusien tervalepiköiden etsimisessä Metla sai korvaamatonta apua etenkin metsä- ja ympäristökeskuksesta, mutta myös Metsähallitukselta, metsänhoitoyhdistyksiltä, metsäyhtiöiltä sekä kunnilta ja seurakunnilta. Kun uusia leppämetsiköitä käytiin tarkastamassa, monet niistä jouduttiin hylkäämään sen takia, että niistä ei löytynyt yhtään pluspuuksi kyllin laadukasta puuta. Metsiköiden välillä näytti olevan laadun suhteen melkoisia eroja. Joistakin metsiköistä taas voitiin helposti valita neljä tai viisikin pluspuuta. Tavallisesti puita valittiin 1–3 kappaletta metsikköä kohti. Etelä-Suomessa oli vielä verraten helppoa löytää pluspuiksi kelpavia puita, mutta mitä pohjoisemmaksi mentiin, sitä enemmän täytyi nähdä vaivaa hyvien puiden löytämiseksi.

## Valintoja myös koeviljelyksistä

Luonnonmetsiköiden lisäksi Etelä-Suomen siemenviljelykseen voitiin valita puita myös koeviljelyksistä.

Yksi tärkeimmistä koeviljelyksistä on koe nro 626, jonka *Martti Lepistö* perusti v. 1970 Renkoon toimissaan Metsänjalostussäätiön lepänjalostajana. Tästä jälkeläiskokeesta valittiin syksyllä 2002 siemenviljelykseen toistakymmentä ns. V-puuta, joiden emopuut tunnetaan. V-puiden pituudet olivat valittaessa yleensä yli 20 metriä ja läpimitat yli 20 cm.

Rengon koeviljelyksessä kasvaa vapaapölytysjälkeläistöjä mm. Alastaron ja Hartolan laadustaan kuuluista metsiköistä sekä Hämeenkyrön Kontusaaren lepikosta, jota *N.A. Hildén* (Osara vuodesta 1935 lähtien) tutki 1920-luvulla (Hildén 1929). Hän kirjoitti puiden laadusta näin: ”*Teknillisesti katsoen on suurimpana häirtana se, että puut eivät ole täysin suorina, vaan vaivaa niitä jonkinlainen ”pikkumutkaisuus”.*” Samaa ”pikkumutkaisuutta” havaittiin Hämeenkyrön metsikön puiden jälkeläistöissä Rengon kokeessa, mistä syystä yhtään hämeenkyröläistä puuta ei valittu tästä kokeesta uuteen 2000-luvun siemenviljelykseen.

Keski-Suomen siemenviljelykseen voitiin valita muutamia pluspuita ylimetsänhoitaja *Pentti Ritoniemen* yksityisestä vartekokoelmasta, joka sijaitsee Saarijärvellä. Vartekokoelmaan liittyi kuitenkin yksi ongelma: vanhoissa tervalepän vartteista varttamiskohta on usein epäselvä, jolloin on suuri riski, että vartteista kerätyt oksat eivät olekaan pluspuusta vaan perusrungosta peräisin. Kloinin oikeellisuuden varmistamiseksi vartteiden haaroista kerättiin oksanäytteitä, joista tehtiin isoentsyymianalyysi Metlan Vantaan laboratoriossa. Analyysin tulosten perusteella varttamisoksat kerättiin vain niistä haaroista, jotka varmuudella olivat pluspuusta kasvaneita.

## Varttaminen keväällä 2004

Varteoksat Forelia Oy:n siemenviljelyksiä varten kerättiin kevät-

talvella 2004 ja varttaminen tehtiin samana keväänä Haapastensyrjän jalostusasemalle kouluttuihin yksivuotiaisiin perusrunkoihin, jotka oli kasvatettu Forelia Oy:n Nurmijärven taimitarhalla. Perusrunkojen alkuperä oli Ulvilan siemenkeräysmetsikkö.

Varttaminen ja vartetaimien kasvuvuotinen kasvatus onnistuivat hyvin. Idänlehtikuoriaisista oli alkuvaiheessa hieman harmia, mutta torjuntaruiskutukset tehosivat niihin hyvin. Vartteiden pituuskasvu oli suorastaan liian nopeaa, ja sen seurauksena vartteet jouduttiin ensimmäisenä syksynä koulimaan harvempaan asentoon.

Keväällä 2006 ennen lehtien puhkeamista vartteet nostettiin ja toimitettiin siemenviljelyksiin istutettaviksi.

Eteläisempi viljelyksistä sv 438 Rasila sijaitsee Hollolassa (kuva 1) ja pohjoisempi sv 349 Mikonranta Muuramessa. Molempien pinta-ala on noin kaksi hehtaaria. Vartteet istutettiin harvaan asentoon, 8 x 8 metrin välein. Klooneja eli kanta-puita on Rasilassa 41 kpl ja Mikonrannassa yksi vähemmän.

### Ahvenanmaan ensimmäinen siemenviljely

Ahvenanmaan siemenviljelyshanke oli kuin toisinto Forelia Oy:n hankkeesta, mutta pienemmässä mittakaavassa. Hankkeen esivalmistelu aloitettiin vuonna 2004 hankkimalla tietoa hyvälaatuisten tervalepikoiden sijainnista yhteistyössä Ahvenanmaan maakuntahallituksen sekä Lounais-Suomen ja Rannikon metsäkeskusten kanssa.

Ahvenanmaan siemenviljelyksen, sv 448:n pinta-ala on noin 0,6 hehtaaria, kloonien määrä 24 kpl ja vartemäärä noin sata. Siemenviljelys istutettiin Jomalan kuntaan keväällä 2008. Siemenviljelyksen omistaa Ahvenanmaan maakuntahallitus. Kyseessä on saarimaakunnan ensimmäinen metsäpuiden siemenviljelys.

Kantapuut Jomalan siemenviljelykseen on valittu puoliksi Ahvenanmaalta, puoliksi lounaiselta rannikko- ja saaristoalueelta. Siemenviljelyksen siemen soveltuu käytettäväksi em. alueiden lisäksi Suomenlahden rannikolla sekä Ruotsissa lähinnä Uplannin rannikolla.

### Siitepölystä pulma

Ahvenanmaalla jouduttiin harvinaiseen tilanteeseen etsittäessä siemenviljelykselle sopivaa paikkaa. Yksi ehdolla olevista alueista jouduttiin hylkäämään siksi, että eräs lähistön asukas pelkäsi vaikean siitepölyallergiansa pahenevan siemenviljelyksen takia. Asukkaan huoli oli ymmärrettävä ja aiheellinenkin, koska siemenviljelyksellä pyritään vartteiden väljällä kasvatusasennolla ja hyvällä hoidolla nimenomaan runsaaseen kukintaan. Jos tuuli puhaltaa siemenviljelykseltä päin, voi kukinta-aikaan keväällä kulkeutua hetkellisesti suuriakin määriä siitepölyä naapurustoon. Samanlaisiin ongelmiin ei jouduttu Hollolassa ja Muuramessa, koska siemenviljelysten lähistöllä ei ole asutusta.

Tervalepän avomaasiemenviljelyksillä on yksi etu verrattuna havupuiden siemenviljelyksiin: taustapölytys on vähäistä, mikä tarkoittaa, että ympäröivistä metsistä tai kauempaa ei kulkeudu suuria määriä siitepölyä siemenviljelykseen. Taustapölytys on erityisen vähäistä sisämaassa, jossa tervalepän osuus puustosta on hyvin pieni. Ahvenanmaalla taustapölytyksen merkitys lienee jonkin verran suurempi kuin manner-Suomessa.

### Viitteet

- Hildén, N.A. 1929. Kontusaaren tervalepikkö. Acta Forestalia Fennica 34(27). 28 s.  
 Napola, J. 2003. Tervalepän jalostukseen panostetaan Baltian maissa. Sorbifolia 34(1): 25–28.



**Kuva 2.** Tervalepän vartetaimi voi katketa kovassa tuulessa ilman tukikeppiä. (kuva Metla/Sirkku Pöykkö)



**Kuva 3.** Metlan Marja-Leena Anala valitsemansa pluspuun E10911 vieressä. Sund, Ahvenanmaa. (kuva Metla/Sirkku Pöykkö)

Valkonen, S., Rantala, S. ja Sipilä, A. 1995. Jalojen lehtipuiden ja tervalepän viljely ja kasvattaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 575.

Kirjoittaja toimii jalostusmetsänhoitajana Haapastensyrjän jalostusasemalla.

# Purppuranahakka-sieni lupaava biologinen vesakontorjuja myös Suomessa

## Henna Vartiamäki

Lehtipuiden vesominen on ongelma monilla kohteilla, kuten tienvarsilla, voimajohtojen alla ja havupuutaimikoissa. Eniten haittaa aiheuttavat nopeakasvuiset ja runsaasti vesovat puulajit, kuten koivu, haapa, leppä, pihlaja ja pajut. Nykyään vallitseva vesakontorjuntamenetelmä on mekaaninen vesakontorjunta raivausahan tai -koneiden avulla. Ongelmana on, että lehtipuut kasvattavat nopeasti uusia vesoja katkaistujen tilalle ja raivaus joudutaan toistamaan muutaman vuoden välein. Tehokkaita kemiallisia vesakontorjunta-aineita käytettiin runsaasti vielä 1980-luvulla, mutta niiden käytöstä on lähes kokonaan luovuttu haitallisten ympäristövaikutusten vuoksi. Uusien vaihtoehtoisten vesakontorjuntamenetelmien kehittäminen onkin tulevaisuuden haaste.

## Purppuranahakan käyttöä biologisena vesakontorjujana tutkittu maailmalla

Biologisen torjunnan käyttöä vesakontorjunnassa on tutkittu maailmalla viime vuosikymmeninä. Purppuranahakka (*Chondrostereum purpureum*) -niminen lahottajasieni on osoittautunut varteenotettavaksi vaihtoehtoksi biologisessa vesakontorjunnassa. Sienirihmastoa ruiskutetaan tuoreelle kantopinnalle, josta se kasvaa kannon sisään lahottaen kannon ja estäen uusien

vesojen muodostumisen. Menetelmää on testattu useilla eri puulajeilla Kanadassa (Dumas ym. 1997, Harper ym. 1999, Pitt ym. 1999) ja Hollannissa (De Jong 2000) ja tulokset ovat olleet lupaavia.

Purppuranahakka on hyvin yleisesti esiintyvä lehtipuiden lahottajasieni myös Suomessa (Kauppila ja Niemelä 1986). Purppuranahakka tunnetaan myös harmaakiiltotaudin aiheuttajana hedelmäpuilla ja koristepeensilla (Agrios 1997). Sen itiöt leviävät tuulen mukana ympäristöön ja puut saavat infektion kuoren rikkoutumista tai paljaan puuaineen kautta. Sopivalla kasvualustalla itiöt itävät muodostaen sienirihmastoja, josta lopulta kehittyy itiömiä. Väriään itiömiä alapinta on purppuranvärinen ja yläpinta harmahtava (kuva 1). Purppuranahakka aloittaa lahotusprosessin puussa ja elää siinä yleensä 1–2 vuotta antaen sitten tilaa toisille lahottajasienille.

## Biologinen vesakontorjuntatutkimus käynnissä myös Suomessa

Purppuranahakan käyttöä biologisessa vesakontorjunnassa on tutkittu vuodesta 2005 Metsäntutkimuslaitoksella Vantaan toimintayksikössä. Tutkimusta ovat rahoittaneet mm. Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö, Niemi-säätiö ja Suomen Kulttuurirahasto.

Projektin päätavoitteena oli selvittää purppuranahakan käyttömahdollisuuksia Suomen ilmasto-

olosuhteissa ja paikallisilla sienikannoilla. Tutkittavaksi puulajiksi valittiin koivu. Tutkimuksessa selvitettiin, onko kasvukauden ajankohdalla vaikutusta käsittelyn tehoon sekä eroavatko eri sieniyksilöt toisistaan kyvyssä estää vesakoitumista. Tavoitteena oli myös selvittää sienien vaikutusmekanismeja vesakoitumisen estäjänä kannossa sekä tutkia menetelmästä mahdollisesti aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia.

## Ajankohdalla vaikutusta käsittelyn tehoon

Purppuranahakkakäsittelyn ajankohdan vaikutusta tutkittiin perustamalla maastoon koesarja, jossa juuri raivattuja koivun kantoja käsiteltiin rihmastosuspensiolla 12 eri kasvukauden ajankohtana touko-lokakuun välisenä aikana. Rihmasto levitettiin kantopinnoille suihkupulpon avulla (kuva 2). Kantojen vesomista seurattiin kaksi vuotta kokeen perustamisen jälkeen ja tuloksia verrattiin kontrollikantoihin.

Purppuranahakkakäsittely vähensi vesakoitumista kaikkina testattuna ajankohtina paitsi silloin, kun käsittely suoritettiin myöhään syksyllä (syyskuun loppu-lokakuu). Paras teho saavutettiin, kun käsittely suoritettiin, touko-heinäkuussa. Kun käsittely suoritettiin esim. heinäkuun puolivälissä, 13 % käsitellyistä kannoista vesoi kaksi vuotta käsittelyn jälkeen, kun taas kontrollikannoista vesoi hieman yli 70 % (Vartiamäki ym. 2009).

## Eri sieniyksilöt tehokkuudeltaan erilaisia

Eri sieniyksilöiden tehokkuutta testattiin valitsemalla maastokokeisiin 8 eri sieniyksilöä. Laboratoriotestien perusteella näiden sieniyksilöiden oli todettu eroavan toisistaan lahottajaentsyymien sekä rihmasto-biomassan tuottokyvyltään. Maastokokeissa eri koealojen kannot käsiteltiin eri sieniyksilöillä ja kantojen vesomista seurattiin kaksi kasvukautta käsittelyn jälkeen. Tuloksia verrattiin kontrollikantoihin.

Tulokset osoittivat, että eri purppuranahakkayksilöiden tehot vähentää vesakoitumista erosivat toisistaan merkittävästi (Vartiamäki ym. 2008a). Kahdeksan testatun sieniyksilön joukosta erottui kolme, jotka olivat selvästi parempia kuin muut testatut yksilöt. Vuoden kuluttua käsittelystä näillä sieniyksilöillä käsitellyissä kannoissa oli keskimäärin 0,3–0,5 vesaa per kanto, kun taas kontrollikannoissa vesoja oli 0,5–2,5 per kanto. Tulokset antoivat viitteitä siitä, että sieniyksilön vesakontorjuntakyvyllä ja puuaineen ligniiniä hajottavien entsyymien välillä olisi mahdollisesti jonkinlainen yhteys; sieniyksilöt, jotka tuottivat paljon näitä entsyymejä, olivat hyviä vesakontorjujia.

## Käsittelystä aiheutuvia potentiaalisia ympäristöriskejä kartoitettu

Purppuranahakkakäsittelyn ympäristövaikutusten arvioimiseksi suomalaisten ja liettualaisten purppuranahakkakantojen perimää tutkittiin. Tulosten perusteella voitiin arvioida riskiä siirtää harvinaisia perimätyyppejä alueelta toiselle purppuranahakkakäsittelyn myötä. Tutkimuksessa verrattiin viittä eri purppuranahakkapopulaatiota toisiinsa. Populaatioista neljä oli kerätty Suomesta ja yksi Liettuasta. Geneettisen muuntelun analysointi suoritettiin RAMS-analyysin (random amplified microsatellites

technique) avulla. Tulokset osoittivat, että suomalaisten ja liettualaisten purppuranahakkapopulaatioiden sisäinen muuntelu on runsasta (Vartiamäki ym. 2008b). Lähes 98,8 % muuntelusta esiintyi populaatioiden sisällä ja vain 1,2 % populaatioiden välillä. Populaatiot eivät olleet siis geneettisesti erilaistuneita. Tulokset viittaavat siihen, että mitä tahansa paikallista purppuranahakkakantaa voidaan käyttää vesakontorjunnassa ilman riskiä, että siirrettäisiin harvinaisia perimätyyppejä uusille alueille.

Purppuranahakkakäsittelyn ympäristövaikutuksia kartoitettiin myös selvittämällä karsittujen koivujen alttiutta saada purppuranahakkainfektio eri kasvukauden ajankohtina. Näin arvioitiin karsittujen puiden riskiä saada tartunta alueelta, jolla purppuranahakkaa on käytetty biologisena vesakontorjujana. Koivun karsintahaavoja käsiteltiin rihmastosuspensiolla välittömästi karsinnan jälkeen kuutena eri ajankohtana kasvukauden aikana ja sienien kasvua ja lahon etenemistä puuaineessa tutkittiin kaksi vuotta käsittelyn jälkeen. Tuloksia verrattiin kontrollipuihin. Karsituttujen koivujen alttiutta saada purppuranahakkainfektio vaihteli selvästi kasvukauden eri ajankohtina (julkaisematon aineisto). Selvästi alttein aika haavainfektioille oli toukokuussa. On siis mahdollista, että kyseisenä ajankohtana karsituilla koivuilla on lisääntynyt riski saada purppuranahakkatartunta alueelta, jossa sientä on käytetty vesakontorjuntatarkoituksiin.

## Tulevaisuudessa tavoitteenä löytää mahdollisimman tehokas suomalainen sienikanta

Tulosten perusteella purppuranahakan käyttö biologisessa vesakontorjunnassa Suomessa näyttäisi olevan varsin lupaava ja kehittelemisen arvoinen menetelmä. Se näyttäisi vähentävän tehokkaasti ainakin koivun vesomista. Eri sienikannat

erosivat selvästi toisistaan kyvyssä estää vesakoitumista ja tulevaisuudessa onkin varmasti mahdollista löytää entistä tehokkaampia sienikantoja vesakontorjuntaan.

Risteytysjalostus voi tuoda ratkaisun mahdollisimman tehokkaan suomalaisen purppuranahakkayksilön löytämiseksi tulevaisuudessa. Risteytysjalostuksen käyttömahdollisuuksia tehokkaan sieniyksilön valinnassa aletaankin tutkia Metsäntutkimuslaitoksella keväällä 2009. Valintajalostuksen teoreettisena edellytyksenä on, että valittavassa ominaisuudessa esiintyy periytyvää muuntelua, ja että valinnan kohdetta voidaan risteyttää. Aiemmat tulokset ovat osoittaneet, että purppuranahakkasienen yksilöiden välillä on eroja niiden kyvyssä estää vesojen muodostusta. Lisäksi purppuranahakkasieni tuottaa laboratoriossa itiömiä ja sen rihmastosta voidaan tunnistaa homokaryootiset (geneettisesti haploidit) ja dikaryootiset (geneettisesti diploidit) yksilöt. Siten parhaat yksilöt voidaan helposti risteyttää keskenään ja saada entistä parempia yksilöitä vesakontorjunnan tarpeisiin.

Ennen kuin purppuranahakkaa voidaan myydä kaupallisena tuotteena vesakontorjuntatarkoituksiin, on käytettävä sienikanta rekisteröitävä. Rekisteröintiprosessi kestää useita vuosia, joten sienien mahdollinen matka kaupalliseksi tuotteeksi tulee olemaan pitkä. Kanadassa on jo markkinoilla kaksi rekisteröityä kaupallista purppuranahakkavalmistetta. Niiden käyttö meillä Suomessa on kuitenkin kyseenalaista, sillä niiden käyttäytymistä meidän oloissamme on mahdotonta ennustaa. Tulevaisuudessa ensiarvoisen tärkeää onkin löytää suomalainen purppuranahakkakanta, joka estää mahdollisimman tehokkaasti eri lehtipuiden vesakoitumista.



**Kuva 1.** Purppuranahakan itiöemiä koivun kannossa. (kuva Henna Vartiamäki)



**Kuva 2.** Purppuranahakan rihmastosuspension levitys kantopin-  
nalle tapahtui suihkupullon avulla. (kuva Henna Vartiamäki)

## Kirjallisuutta

- Agrios, N.A. 1997. Plant Pathology. Fourth Edition. 635 s.
- De Jong, M.D. 2000. The BioChon story: deployment of *Chondrostereum purpureum* to suppress stumps sprouting in hardwoods. *Mycologist* 14: 58–62.
- Dumas, M.T., Wood, J.E., Mitchell, E.G., and Boyonoski, N.W. 1997. Control of stump sprouting of *Populus tremuloides* and *P. grandidentata* by inoculation with *Chondrostereum purpureum*. *Biological Control* 10: 37–41.
- Harper, G.J., Comeau, P.G., Hintz, W., Wall, R.E., Prasad, R. and Becker, E.M. 1999. *Chondrostereum purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. II. Efficacy on sitka alder and aspen in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 852–858.
- Kauppila, P. and Niemelä, T. 1986. Nahkamaisia lahopuiden sieniä. *Sienilehti* 38: 5–20.
- Pitt, D.G., Dumas, M.T., Wall, R.E., Thompson, D.G., Lanteigne, L., Hintz, W., Sampson, G. and Wagner, R.G., 1999. *Chondrostereum purpureum* as a biological control agent in forest vegetation management. I. Efficacy on speckled alder, red maple, and aspen in eastern Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 841–851.
- Vartiamäki, H., Maijala, P., Uotila, A. and Hantula, J. 2008a. Characterization of growth and enzyme production of *Chondrostereum purpureum* isolates and correlation of these characteristics with their capability to prevent sprouting of birch in field. *Biological Control* 47: 46–54.
- , Uotila, A., Vasaitis, R. and Hantula, J. 2008b. Genetic diversity in Nordic and Baltic populations of *Chondrostereum purpureum*: a potential herbicide biocontrol agent. *Forest Pathology* 38: 381–393.
- , Hantula, J. and Uotila, A. 2009. Effect of application time on the efficacy of *Chondrostereum purpureum* treatment against the sprouting of birch in Finland (hyväksytty julkaistavaksi sarjassa *Canadian Journal of Forest Research*).

# Kolmen vesakontorjuntamenetelmän vertailu kuusen uudistusaloilla – pihlajan ja haavan torjunnassa biologinen menetelmä tehokkain

Leena Hamberg ja Irja Löfström

## Pihlaja- ja haapavesakot ongelmallisia kuusen uudistusaloilla

Lehtipuut - etenkin pihlaja ja toisinaan myös haapa - muodostavat taajama-alueilla tiheitä pusikoita, jotka haittaavat sekä havupuiden uudistumista että metsien ulkoilukäyttöä. Lehtipuusto on runsastunut, kun niitä syövät hirvet puuttuvat taajamista. Metsien pirstoutumisesta johtuen auringonvalo ja ilman epäpuhtauksia pääsee runsaammin metsiin reunojen kautta, mikä lisää valosta ja maaperän ravinteisuudesta hyötyvien lehtipuiden määrää. Taajamametsien uudistusaloilla ei tehdä maanpinnan käsittelyä eikä käytetä kemiallista vesakontorjuntaa haitallisten ympäristövaikutusten vuoksi, ja siksi istutettujen havupuutaimien alkuunpääsy on vaikeaa erityisesti viljavilla kasvupaikoilla.

Mekaaninen vesakonraivaaminen on osoittautunut tehottomaksi menetelmäksi taajamametsissä, sillä erityisesti pihlaja pystyy kasvamaan nopeasti takaisin tyvi-, kanto- ja juurivesojensa avulla. Siksi pihlajaa on jouduttu raivaamaan toistuvasti muutaman vuoden välein, mikä on aiheuttanut huomattavia kustannuksia kunnille.

Uusia luonnonmukaisempia vesakontorjuntamenetelmiä tarvitaan myös talousmetsien uudistusaloilla. FFCS-metsäsertifiointijärjestelmän vaatimusten mukaan kemiallisten vesakontorjunta-aineiden käyttöä tulisi välttää metsien hoidossa. Niitä voidaan käyttää vain välttämättömyksissä tapauksissa, kuten pintakasvillisuuden torjunnassa metsänuudistusaloilla ja lehtipuiden kantojen käsittelyssä erittäin voimakkaasti vesoittuvissa kohteissa. Käyttö onkin nykyään erittäin harvinaista. Arvokkaissa elinympäristöissä kemiallisten vesakontorjunta-aineiden käyttö on kokonaan kielletty.

Tiheidien pihlaja- ja haapavesakoiden hillitsemiseksi tutkittiin vaihtoehtoisten vesakonraivausmenetelmien tehokkuutta kuusen uudistusaloilla, joilla pihlaja ja haapa esiintyvät runsaana. Tavoitteena oli löytää menetelmä, joka parhaiten estää uusien vesojen muodostumista ja vesojen kasvua.

## Tutkimusmenetelmät

Kolmen erilaisen vesakonraivausmenetelmän tehokkuutta pihlaja- ja haapavesakoiden torjuntaan testattiin Sipoossa, Lapinjärvellä ja Helsingissä kymmenellä kuusen uudistusaloilla, joilla vesakonraivaus oli

ajankohtaista. Tutkitut käsittelymenetelmät olivat:

- taimien raivaaminen mekaanisesti katkaisemalla taimet 10–15 cm korkeudelta maan pinnan yläpuolelta (nk. perinteinen käsittely)
- taimien katkaiseminen 1 m korkeudelta hirven aiheuttamia tuhoja jäljitellen (nk. hirvikäsittely)
- taimien katkaiseminen 10–15 cm korkeudelta ja kehitteillä olevan biologisen torjunta-aineen (purppuranahakka-sieniliuos, *Chondrostereum purpureum*) lisääminen tuoreisiin leikkauspintoihin (nk. sienikäsittely).

Sienikäsittelyä on aiemmin tutkittu Suomessa koivulla, mutta pihlajalla ja haavalla käsittelyn tehoa ei ole testattu.

Kutakin käsittelymenetelmää varten perustettiin viisi alaa eri metsiin vuonna 2007. Kussakin käsittelyssä tutkittiin yhteensä 80–90 tainta kummastakin lajista eli yhteensä 272 pihlajan ja 258 haavan tainta. Ennen tutkimusalojen käsittelyä mitattiin kunkin tutkittavan taimen koko (tyviläpimitta, cm). Jokaisen tutkittavan taimen ympäriltä laskettiin taimikon tiheys ja säästöpuiden tilavuus.

Alat käsiteltiin edellä mainituilla kolmella menetelmällä ja taimien vesomiskykyä seurattiin kahden kasvukauden ajan. Ensimmäiset ty-

vi-, kanto- ja juurivesojen mittaukset tehtiin vuoden 2007 syyskuussa ja loppumittaus vuoden 2008 syyskuussa. Kussakin tutkittavassa taimessa olevien uusien tyvi- ja kantovesojen sekä taimen ympärillä olevien uusien juurivesojen määrä ja pituus kirjattiin muistiin.

Eri käsittelyjen vaikutus pihlajan ja haavan vesomiskykyyn analysoitiin yleistettyjen lineaaristen sekamallien avulla. Malleissa otettiin

huomioon tutkittavan taimen koon sekä taimikon tiheyden ja säästöpuiden määrän vaikutukset taimien vesomiskykyyn.

### Sienikäsittelystä lupaavia tuloksia

Tulosten perusteella kantojen käsittely sieniliuoksella vähentää vesa-koitumista parhaiten.



**Kuva 1.** Pihlaja on ongelma taajamien uudistusaloilla ja kasvatusmetsissä, joissa se voi esiintyä jopa viisi kertaa runsaampana kuin talousmetsissä. Kasvatusmetsissä tiheä taimikko vaikeuttaa metsien ulkoilukäyttöä ja tekee maisemasta tukkoisen. (kuva Ilkka Raassina)



**Kuva 2.** Tutkimuksessa testattiin purppuranahakkasienen tehokkuutta ensimmäisen kerran Suomessa haavalla ja pihlajalla. (kuva Leena Hamberg)

Sienellä käsitellyistä haavantaimista kuoli kokeen loppuun mennessä yli puolet, kun taas nk. hirvikäsittelyssä vain yksi kymmenestä ja perinteisessä käsittelyssä kolmannes. Pihlajan sitkeyttä kuvaa hyvin se, että sienikäsitellyistä taimista kuolleita oli vain vajaa kolmannes ja perinteisesti käsitellyistä alle kymmenesosa. Hirvikäsittelyistä pihlajantaimista kaikki jäivät eloon. Pihlajantaimilla tyvi- ja kantovesoja muodostui sienikäsitellyssä vähemmän ja ne olivat lyhyempiä kuin kahdessa muussa käsittelyssä. Sienellä käsitellyillä aloilla oli kuitenkin pihlajan juurivesoja enemmän kuin perinteisessä käsittelyssä, mutta pituudessa ei ollut merkittäviä eroja eri käsittelyjen välillä. Haavalla erot eivät olleet yhtä selvät, mutta suunta oli sama kuin pihlajallakin: sienikäsitely näytti olevan tehokkaampi kuin muut käsittelyt.

Vaikka sienikäsitely vaikuttaa tehokkaimmalla tutkitulta menetelmältä pihlaja- ja haapavesakoiden torjunnassa, sen käyttämiseen liittyy vielä ongelmia. Sieniliuos on kehitteillä, eikä valmiita kaupallisia liuoksia ole toistaiseksi saatavilla. Lisäksi sen käyttö on vielä tässä vaiheessa rajoitettua. Sieniliuosta ei voi käyttää alle 500 metrin etäisyydellä asutuksesta, sillä sienin itiöt saattavat infektoida juurileikkauksia omenapuita ja orapihlaja-aitoja. Muutoin sieni on yleinen Suomen metsissä esiintyvä sienilaji, joka ei aiheuta haittaa vaurioitumattomille lehtipuille eikä havupuille. Tulevaisuudessa sieniliuoksen käyttö voi kuitenkin olla ratkaisu esimerkiksi taajamametsien pihlajaongelmaan ja olla oiva apu haapavesakoiden torjunnassa.

Tutkimusta rahoitti Metsämiesten Säätiö. Tutkimusryhmään kuuluu Metlan Vantaan yksiköstä: Leena Hamberg, Minna Malmivaara-Lämsä, Irja Löfström, Sauli Valkonen, Henna Vartiamäki ja Jarkko Hantula.

# Vieraslajit uhka metsäkasveillemme

Arja Lilja, Jarkko Hantula, Anna Rytönen, Michael Müller ja Päivi Parikka

Tulokaslajit ovat kasveja, eläimiä, sieniä ja mikrobeja, jotka ovat asettuneet uudelle alueelle, jossa niitä ei aiemmin ole esiintynyt. Vieraslajit ovat tulokaslajeja, jotka ovat ylittäneet leviämisesteet ihmisen toiminnan seurauksena. Uudessa elinympäristössä vieraslajit uhkaavat luonnon monimuotoisuutta, sillä ne kilpailevat elintilasta alkuperäislajien kanssa ja niiltä puuttuvat usein luontaiset viholliset, jotka rajoittavat niiden runsastumista. Kansainvälinen kasvikauppa levittää paitsi kasveja myös kasvitautien aiheuttajia tehokkaasti maasta toiseen.

Vakiintuneiksi vieraslajeiksi meillä voidaan kutsua *Phytophthora cactorum*-mikrobia, joka kulkeutui Suomeen 1990-luvun alussa. Noin sata vuotta aiemmin levisi Eurooppaan *Cronartium ribicola*, joka aiheuttaa valkomännyn tervasrosan 5-neulasmännnyillä. Hybridihaavan kasvatusta meillä on uhannut kaksi tulokaslajia *Neofabrea populi* ja *Entoleuca mammata*, joista ensimmäinen aiheuttaa kuoripoltteeksi ja jälkimmäinen haavanrosoksi nimetyt taudit. Uusimpia tulokaslajeja ovat punavyökaristeen aiheuttaja *Dothistroma septosporum*, saarnen surmaan liitetty *Chalara fraxinea* ja lepänruosteen aiheuttaja *Melampsorium hiratsukanum*. Kotimaisen kasvintuotannon vieraslajeihin kuuluu myös *Phytophthora inflata*, jota on eristetty versolaikuista sekä alppiruusun että syreenin taimitarhataimilta.

## Vakiintunut tauti – Levälaikku koivulla sekä mansikan nahka- ja tyvimätä

*Phytophthora cactorum* on monisäntäinen mikrobi, joka pystyy aiheuttamaan tauteja yli 200 kasvilajissa, jotka edustavat 160 eri kasvisukua. Metsätaimatarhoilla tämä mikrobi aiheuttaa koivun levälaikkutaudin. Mansikalla se tunnetaan nahka- ja tyvimädän aiheuttajana. Koristekasvituotannossa ja puutarhoissa *P. cactorum* tartuttaa myös alppiruusuja, jolla oireita ovat ruskeat versolaikut ja latvojen kuivuminen. Suomessa se eristettiin ensimmäisen kerran mansikalta 1990 ja seuraavana vuonna koivun runkolaikuista. Mansikalta ja koivulta eristetyt kannat ovat kuitenkin sekä morfologialtaan että geneettisesti niin erilaisia, että niiden voidaan päätellä kulkeutuneen Suomeen eriteitä, vaikkakin ne ajallisesti havaittiin miltei samaan aikaan. Koivulta eristetyt kannat eivät myöskään

pysty aiheuttamaan tautia mansikassa.

Nahkamätä turmelee mansikan marjat. Tyvimätä kuihduttaa taimet ja aiheuttaa vuosittain merkittäviä taimituhoja, jos tautia ei torjuta. Kasvien kuihtumisesta voi jatkua pitkään istutuskesää ja tauti voi jatkaa tuhojaan seuraavana vuonna sadon kypsymisen aikaan. Taudinaiheuttaja säilyy maassa useita vuosia. Useimmiten tauti saa alkunsa, kun taimituotannon aikana tartunnan saaneita taimia istutetaan, mutta se voi leviä mansikkaan myös kasvu- paikalta.

Koivun levälaikussa taudinkuva vaihtelee riippuen siitä, missä kasvuvaiheessa tauti tarttuu. Alussa laikut lehdissä ja puutumattomassa varressa nuuduttavat taimen. Myöhemmin taimi säilyy hengissä, mutta taimi saattaa katketa runkolaikun kohdalta, jos laikku leviää rungon ympäri. Loppukesästä, kuoren vahvistuttua, laikkuja ilmaantuu useimmiten rungon ja maan rajakohtaan,



**Kuva 1.** Punavyökaristeelle tyypillisiä vöitä männyn neulasisa. (kuva Michael Müller)

jossa vesi säilyy pitempään. Taudin aiheuttajan on osoitettu talvehtivan sekä maan orgaanisessa aineksessa että luonnonlammessa, josta taimitarha ottaa kasteluvetensä.

### **Vakiintunut tauti – Valkomännyn tervasroso**

*Cronartium ribicola* on isäntäkasvia vaihtava ruostesieni, jonka helmi-itiöaste aiheuttaa tervasrosoa viisineulasmännnyissä. Kesä- ja talvi-itiöt puolestaan syntyvät meillä pääosin herukoiden lehdille, joilla tauti näkyy laikkuina. Talvi-itiöt aiheuttavat nk. villaruosteen lehtien ala-pinnoilla. Ne itävät keskikesällä, jolloin niistä syntyvät kantaitiöt saastuttavat mäntyjen neulasia tai vihreitä versoja. Helmi-itiöpussit muodostuvat kuitenkin vasta vuosien kuluttua mäntyjen runkoihin.

Taudinaiheuttaja siirtyi sembramännyn luontaiselta levinneisyysalueelta Aasiasta ja Alpeilta yli koko Euroopan 1800-luvulla. Leviämisen syynä olivat tänne perustetut, vierasperäiset strobustumäntylviljelmät, jotka taudin seurauksena tuhoutuivat lähes täydellisesti. Valkomännyn tervasrosoa voi nykyisin nähdä sembra-, makedonian- ja länsiamerikanvalkomännnyillä, jotka ovat strobustumäntyä kestävämpiä, mutta kuitenkin taudille alttiita mäntylajeja. Kotoinen metsämäntymme kaksineulasmäntynä sen sijaan on

taudille kestävä samoin kuin monet herukkalajikkeet.

Valkomännyn tervasroso on malliesimerkki kansaivälisen kasvikaupan vaaroista. Tauti levisi kaupattavien taimien mukana ensin Aasiasta Eurooppaan ja sieltä edelleen Pohjois- Amerikkaan. Sekä Amerikan länsi- että itäpuolella se on tuhonnut metsiköitä ja viljelmiä, joissa puulajeina on ollut sienelle alttiita viisineulasmäntyjä kuten strobustus-, sokeeri- ja länsiamerikanvalkomäntyjä.

### **Vakiintunut tauti – Kuoripolte**

Kuoripolteen aiheuttaja *Neofabraea populi* levisi todennäköisesti Suomeen samaan aikaan kun meillette tuotiin Pohjois-Amerikasta sikäläisen haavan (*Populus tremuloides*) taimia. Vaikka sienen tiedetään tarttuvan myös muihin haapoihin, meillä sitä on tavattu vain hybridihaavalla (*Populus tremula x P. tremuloides*). Sieni kasvaa rungon kuoriosassa, jolloin kuoreen muodostuu pitkiäkin halkeamia. Alussa tauti näkyy vähäisinä pullistumina, joissa voi nähdä sienin kuromia. Sienen suvullinen aste syntyy kuoren alle vasta sen jälkeen, kun kuori on kokonaan kuollut. Kuoripolte vaijaa varsinkin vesasyntyisiä runkoja silloin, kun kasvustot ovat tiheitä.



**Kuva 2.** Saarnensurmalle tyypillisiä laikkuja saarnen oksassa ja siivekkäissä pähkylöissä. (kuva Arja Lilja)

### **Satunnainen tauti – Haavanroso**

Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa *Entoleuca mammatum* on taloudellisesti merkittävä taudinaiheuttaja monilla *Populus*-lajeilla. Meillä haavanrosan oireisiin kuuluvia koroja löytyy sekä metsähaavalta että hybridihaavalta.

### **Uusi tauti – Punavyökariste**

Punavyökaristetta aiheuttava *Dothistroma septosporum*-sieni havaittiin Suomessa ensi kertaa viime vuonna 2008. Sitä löydettiin keväällä monin paikoin Keski- ja Etelä-Suomea nuorten mäntyjen neulasista, joihin se aiheuttaa ruskettumaa ja punaruskeita vöitä (kuva 1). Tauti etenee pieninä tummina itiöpesäkkeinä ja aiheuttaa lopuksi neulasten irtoamisen. Punavyökariste on paha karistetauti monilla mäntylajeilla varsinkin eteläisellä pallonpuoliskolla Afrikassa ja Etelä-Amerikassa viljellyillä radiatamännnyillä. Euroopassa se havaittiin ensi kerran Venäjällä lähes sata vuotta sitten, mutta sen uskotaan olevan peräisin joko Himalajan vuoristoalueelta tai Väli-Amerikasta. Aiemmin punavyökariste aiheutti Keski- ja Etelä-Euroopassa vähäisiä epidemioita, mutta viime vuosina tauti on pahentunut ja tuhot mustamännnyillä, korsikamännnyillä ja kontortamännnyillä ovat olleet merkittäviä. Metsämännyn alttiudesta punavyökaristeelle on kirjallisuudessa ristiriitaisia tietoja. Toistaiseksi Suomessa nähdyt vahingot ovat olleet lieviä.

### **Uusi tauti – Saarnensurma**

Euroopassa saarnien huono kunto on herättänyt huomioita jo pitempään. Myös Ahvenmaalta ja eteläisessä Suomessa on useilta paikakunnilta löydetty ränsistyneitä puita, joiden rungoissa ja oksilla on koroja ja tummia kuoliolaikku-

ja sekä lehtien nuutumista (kuva 2). Muiden sienten lisäksi näistä puista on eristetty kaikkialla *C. fraxinea*-sieni.

Puolassa ja Liettuassa, jossa tautia on esiintynyt pisimpään, seurannaistuhot, kuten mesisieni-infektiot, ovat yleisiä huonokuntoisissa puissa. Saksaan, Tanskaan ja Ruotsiin, kuten myös Suomeen, tauti on levinnyt myöhemmin, joten näissä maissa on mahdollista selvittää saarnensurman epidemiologiaa. Sairaissa puissa on useita sienilajeja, joista osa ennestään tunnettuja patogeeneja. Tänä vuonna tehdyissä tartutuskokeissa on kuitenkin osoitettu, että *C. fraxinea* pystyy yksin aiheuttamaan nuorien puiden runkoihin taudille tyypillisiin oireisiin kuuluvia tummia kuoliolaikkuja. *C. fraxinea* oli epidemian alkaessa tieteelle tuntematon sienilaji. Taudin alkusyytä ei tarkasti tiedetä. Sieni voi olla muualta tänne siirtynyt tulokaslaji tai ehkä se onkin ilmastomuutoksen myötä tuhoja aiheuttamaan ryhtynyt opportunisti.

### Uusi tauti – Lepänruoste

Suomessa ensimmäinen havainto lepänruosteesta tehtiin vuonna 1997. Epidemiaksi levinnyttä tautia ryhdyttiin nopeasti tutkimaan. Taudin aiheuttajaksi varmistui Itä-Aasiasta ja Amerikasta jo vuosikymmeniä sitten raportoitu laji: *Melampsori-dium hiratsukanum*. Uuden lepänruosteeseen Suomeen saapuminen liittyy todennäköisesti lehtikuusen viljelyn lisääntymiseen.

Suomessa *M. hiratsukanum* itiöpesäkkeet ilmestyvät lepän lehdille jo kesäkuussa. Suotuisissa olosuhteissa ne lisääntyvät runsaasti, jolloin lepät pudottavat käpristyneet ja ruskeiksi muuttuneet lehtensä jo loppukesästä. Sieni talvehtii lumen alla varisseissa lehdissä, joista se keväällä siirtyy juuri kasvunsa aloittaneisiin lehtikuusen neulasiiin. Niihin muodostuvat helmi-itiöpe-



**Kuva 3.** *Phytophthora inflata* -mikrobilla tartutettu puolukka. (kuva Päivi Parikka)

säkkeet, joihin kehittyvät helmi-itiöt tartuttavat jälleen lepänlehdet.

Lepänruoste on lepällä melko aggressiivinen ja saattaa aiheuttaa niin kasvutappioita kuin mahdollisesti myös pakkasvaurioita. Aivan lehtikuusikon läheisyydessä se saattaa saastuttaa lehdet vuodesta toiseen estäen näin hyvin tehokkaasti fotosynteesin. Ainakin yhdellä paikalla Tuusulassa tämän kehityskulun on lopulta havaittu aiheuttavan koko leppäpuun kuoleamisen. Toisaalta etäänpäin lehtikuusikoista lepänruoste voi joinain kesinä hävitä kokonaan, todennäköisesti johtuen siitä, että tuuli ei ole helmi-itiöiden leviämisaikana puhaltanut lehtikuusikoista kyseiseen lepikkoon päin. Tällöin taudin vaikutus puun terveyttilaan on olematon. Myös lehtikuusella lepänruoste on harmiton.

### Uusi tauti – Mustaturma

*Phytophthora inflata* mikrobi on huonosti tunnettu, vaikka se lajina on kuvattu jo vuonna 1949, jolloin se todettiin korojen aiheuttajaksi lehmüksellä Amerikassa. Seuraavaksi se saatiin eristettyä seljan ja syreenin ruskettuneista juurista 1994 Englannissa. Me löysimme tämän lajin vuonna 2005 etsiessämme toista *Phytophthora*-lajia, *P. ramo-*

*rumia* alppiruusuista. Myöhemmin sen todettiin olevan ongelma myös syreenillä, jolla se aiheuttaa samantaisia versolaikkuja kuin alppiruusulla. Oireiden mukaisesti tauti on nimetty mustaturmaksi.

*P. inflatalla* on ilmeisesti monia isäntäkasveja. Tartutuskokeissa se on ollut kohtalokas mm. kuuselle. Selviä laikkuja ja nuutumista se aiheuttaa myös mansikalle, mustikalle, pensasmustikalle, puolukalle (kuva 3), juolukalle, rauduskoivulle sekä terva- ja harmaalepälle. Testeissä mukana olleista kasveista metsämänty, metsätammi sekä villa- ja kiiltoheisi näyttävät sen sijaan olevan kestäviä.

### Vieraslajien merkitys

Meillä vieraslajit eivät ole aiheuttaneet sellaisia laajamittaisia tuhoja, kun ne muualla maailmassa ovat tehneet. Osa mainituista lajeista esiintyy vain taimitarhoilla tai kasveilla, jotka ovat meille vieraita. Ilmaston mahdollinen lämpeneminen voi kuitenkin edistää lajin leviämistä sekä suoda mahdollisuuden uusille tuhonaiheuttajille, joten kasvikaupan valvonta on tärkeää.

# Kasvinsuojeluaineet ja työsuojelu

*Artikkeli on koostettu Milja Mäki-sen (Työterveyslaitos) esitelmäs-tä, jonka hän piti syyskuussa 2008 Metsätaimatarhat ja kasvinsuojelu-kursseilla.*

Kasvinsuojeluaineiden turvalliseen ja asianmukaiseen käyttöön liittyviä tietoja saa käyttöturvallisuustiedo- teesta, pakkauksen myyntipäällyk- sestä ja varoitusmerkinnöistä.

## Käyttöturvallisuustiedote nähtävälle

Jokaiselle kasvinsuojeluaineelle laaditaan erikseen oma käyttötur- vallisuustiedote. Tiedote on seik- kaperäinen seloste, jonka 16 pää- otsikon alle on kerätty mm. keskei- set tiedot niin valmisteen käyttäjää varten (esim. suojaimet) kuin työ- terveyshuollon tarpeisiin (esim. ter- veysvaikutukset). Tavalliselle käyt- täjälle tärkeimpiä ovat R-lausekkeet (Risk), jotka kertovat vaaran laa- dusta, ja S-lausekkeet (Safety), jot- ka kertova vaadituista turvallisuus- toimenpiteistä. R- ja S-lausekkeet, käytön rajoitukset ja varoajat löy- tyvät myös Elintarviketurvallisuus- virasto EVIRAn sivuilta ([http:// extra1.evira.fi/wwwkare/](http://extra1.evira.fi/wwwkare/)) halutun valmisteen tai tehoaineen nimellä. Lisäksi tiedotteita saa maatalous- kaupoista sekä valmisteen markki- noijilta ja maahantuojilta, mutta ne ovat myös tulostettavissa eri mark- kinoijien omilta kotisivuilta. Työ- paikoilla käytettävien kasvinsuoje- luaineiden tiedotteet on oltava pa- perilla nähtävissä.

## Lue pakkauksen myyntipäällys

Kasvinsuojeluainepakkauksen myyntipäällyksessä ovat valmis- teen käyttöohjeet, kuten tiedot hy- väksytyistä käyttökohteista ja mah- dollisista ruiskutusajankohdista se- kä ruiskutusliuosten pitoisuuksista. Etiketissä on myös kasvinsuojelu- ainelain edellyttämiä työntekijän suojautumiseen liittyviä ohjeita se- kä tietoa valmisteen ympäristövai- kutuksista, säilytyksestä ja hävittä- misestä.

## Opettele vaaramerkinnät

Kemikaalit, kasvinsuojeluaineet mukaan lukien, on perinteisesti luokiteltu ja merkitty oranssipohjaisil- la vaaraa kuvaavilla merkinnöillä (kuva 1). Metsätaimatarhojen kas- vinsuojeluaineet kuuluvat luokkaan 'ärsyttävä, haitallinen'; ainoa myr- kylliseksi luokiteltu valmiste, Me- tasystox R, poistui kasvinsuojeluai- nerekisteristä vuoden 2008 lopussa. Myyntipäällyksmerkinnöissä esiin- tyy usein myös merkki 'ympäris- tölle vaarallinen aine', jonka yhtey- dessä voidaan antaa esim. rajoituk- sia valmisteen käytöstä vesistöjen läheisyydessä tai pohjavesialueilla.

Eri maissa vaaraluokitukset voivat poiketa toisistaan hyvinkin paljon, mistä aiheutuu ongelmia kemikaali- en ja tuotteiden kansainvälisillä markkinoilla. Kemikaalien yhden- mukaistettu luokitus- ja merkintä- järjestelmä (Globally Harmonised System of classification and label- ling of chemicals) eli ns. GHS-ase-

tus tuleekin yhdenmukaistamaan luokituksia porrastetusti vuosina 2010–2015. Siirtymäaikana uudet ja vanhat säädökset ovat voimassa rinnakkain. Suomessa vaaramerkin- nät (kuva 1) ja R- ja S-lausekkeet muuttuvat vain vähän kuljetuksen varoitusmerkkien säilyessä ennal- laan.

## Taimia käsittelevien suojauminen

Useille kasvinsuojeluaineille on määritelty varoaika, joka liittyy ra- vinnoksi käytettäviin tuotteisiin. Varoaika on se käsittelevän jälkeinen aika, jolloin sadonkorjuu ei ole sal- littua ravintokasveihin mahdollises- ti jäävien kasvinsuojeluainejäämien vuoksi.

'Työhygieenisiä varoaikoja' on annettu lähinnä tietyille kasvihuo- neissa käytettäville, myrkyllisiksi luokitelluille kasvinsuojeluaineille. Työhygieeninen varoaika on se ai- ka, joka kasvinsuojeluainekäsitte- lystä on kuluttava, ennen kuin kas- vihuoneessa voidaan työskennellä ilman myyntipäällyksmerkinnässä mainittuja henkilösuojaimia altis- tumatta kasvinsuojeluaineelle. Mi- käli levityksen jälkeinen varoaika ei ole kulunut umpeen, on kasveja käsiteltäessä käytettävä samoja suo- jaimia kuin levityksen aikana. Myös varoajan jälkeen tulee huolehtia tar- peellisesta suojaumisesta. Yleensä valmisteen levittäjät ovat parem- min suojautuneita kuin käsiteltävien kasvien käsittelevät, jotka altistuvat alhaisiin pitoisuuksiin jatkuvasti.



**Kuva 1.** Yläkuva, vanhat oranssipohjaiset vaamerkinat: 1. Myrkyllinen (T), erittäin myrkyllinen (T+) 2. Haitallinen (Xn), ärsyttävä (Xi) 3. Hapettava (O) 4. Helposti syttyvä (F), erittäin helposti syttyvä (F+) 5. Syövyttävä (C) 6. Räjähävä (E) 7. Ympäristölle vaarallinen (N). Alakuva, uudet GHS:n mukaiset vaamerkinat: 1. Pääkallo - akuutisti myrkylliset aineet 2. Huutomerkki - akuutisti myrkylliset, iho-, silmä- ja hengitystieärsytystä aiheuttavat aineet, ihoherkistäjät 3. Mureneva mies - elinvaurioita aiheuttavat, karsinogeeniset, mutageeniset ja lisääntymismyrkylliset aineet, hengitystieherkistäjät 4. Palava happiatomi - hapettavat aineet 5. Kaasupullo - paineenalaiset tai nesteytetyt kaasut 6. Liekki - helposti syttyvät aineet 7. Koeputket - syövyttävät ja vakavan silmävaurion vaaraa aiheuttavat aineet 8. Räjähähdys - räjähdysvaaraa aiheuttavat aineet 9. Kala selällään - ympäristölle vaaralliset aineet.

Metsätaimitarhojen käyttämille valmisteille ei tavallisesti ole annettu työhygieenistä varoaikaa, vaan pelkkä varoaika. Kasvihuoneessa työskenteleviä varten on Kauppapuutarhaliitto antanut yleisohjeen, että kasvinsuojeluaineille, joille ei ole määritelty työhygieenistä varoaikaa, voidaan ohjeavona pitää 12 tuntia. Lisäksi hyvänä perussääntönä ruiskutuksen jälkeisessä kasvi- ja muovihuonetyöskentelyssä voidaan pitää kasvuston kuivumista ja muovihuoneen kunnollista, vähintään kahden tunnin tuuletusta ennen kuin työntekijät voivat työskennellä ilman suojavausteita.

## Suojaimet

Työnantaja on velvollinen hankkimaan tarkoituksenmukaiset henkilösuojaimet ja hoitamaan käyttäjälle riittävä opetus niiden käytöstä. Työntekijä taas on velvollinen käyttämään suojaimeita. Suojaimet jaetaan kolmeen ryhmään niiden suojaavuuden perusteella: vähän suojaaviin (puutarhakäsineet, sadevaatteet), muilta kuin vähäisiltä tai vakavilta vaaroilta suojaaviin (kypärät, kuulon- ja silmiensuojai-

met, suojakäsineet) sekä vakavilta vaaroilta suojaaviin (hengityksen-suojaimet, kemikaalin suojaapuvut ja käsineet). Vaatimukset täyttävät suojaimeet ovat CE-merkittyjä.

## Hengityssuojaimet

Hengityksensuojainta tarvitaan ruiskutuksen lisäksi käytännössä aina myös valmistettaessa ruiskutusnestettä jauhemaisesta valmisteesta, mutta mieluiten myös liuosmateriaaleista valmistettaessa. Suojaimia on sekä pölyn- (P1-P3) että kaasusuodatukseen (kirjain-värikoodit). Hengityksensuojaimet voivat olla puoli- tai kokonaamareita, joita saa myös moottoroituna. Suojanaamarin on istuttava tiiviisti kasvoilla, ja suodatinpatruunat on vaihdettava riittävän usein.

Useimpiin kasvinsuojeluaineisiin soveltuu yhdistetty suodatin A2-P2. Koodi A2 kertoo, että suodatin suojaa kaasuilta ja höyryiltä, kuten esim. kasvinsuojeluaineiden sisältämiltä liuottimilta ja P2-koodin mukaan suodatin suojaa pölyltä ja hiukkasilta, ei kuitenkaan mikro-organismeilta (esim. sienten itiöt), mitä varten on oltava P3-merkintä.

## Suojakäsineet

Nitriilikumiset tai kumiset käsineet sopivat kasvinsuojeluaineiden käsittelyyn toisin kuin nahka- tai näppylähanskat. Valinnassa tulee olla tarkka, sillä vääränlaisten käsineiden kanssa työskentely voi olla haitallisempaa kuin kokonaan käsineittä, sillä käsineiden sisäpuolella kemikaalien vaikutus tehostuu ihon kostuessa ja lämpötilan noustessa.

Osa suojakäsineiden materiaaleista voi olla herkistäviä, joten tekstiilimateriaaleista tehty aluskäsineet ovat suositeltavia. Yhdistelmä onkin yleensä kestävämpi kuin vuorilliset käsineet. Myös suojakäsineissä on omat merkintänsä, jotka kertovat niiden kestävydestä erilaisten mekaanisten vaarojen ja kemikaalien käsittelyssä. Käsineitä tulee pitää koko työskentelyn ajan, ja ne on riittävä siten, ettei sisäpinnalle pääse torjunta-ainetta. Lisäksi käsineet tulee vaihtaa säännöllisin väliajoin.

## Suojavaatteet

Pitkähihaiset ja -lahkeiset suojavaatteet ja päähineet ovat perusvarustus kaikissa torjunta-ainetoissa. Mi-

käli ei käytetä kemikaalinkestävää pukua, on puku kastuessa vaihdettava välittömästi puhtaaseen. Myös rikkinäiset puvut ja halkeilevat kumisaappaat on vaihdettava uusiin. Suojavaatteet on pestävä aina käytön jälkeen erillään muusta pyykistä.

## Työterveyshuolto

Kasvinsuojeluaineita ympärivuotisesti käsittelevien on käytävä vuosittain tarkastuksessa, jossa seurataan elimistön perustoimintoja, kuten maksan, munuaisten ja kilpirauhasen toimintaa, sekä hengityselimiä. Kasvinsuojeluaineita vain satunnaisesti käsitteleville riittää tarkastus kahden–viiden vuoden välein olosuhteista riippuen. Tarkastusvuonna on suositeltavaa käydä kaksi kertaa kokeissa. Ensimmäinen kerta ajoitetaan mieluiten parin viikon sisälle ennen vuoden ensimmäistä ruiskutustyötä ja toinen kerta parin viikon sisään siitä, kun viimeinen ruiskutustyö on tehty. Tarkastuksiin mennessä työterveyshoitajalle tulee viedä käyttöturvallisuustiedotteen antamat tiedot käytetyistä aineista. Li-

säksi on hyvä kirjata mukaan ruiskutuspäiväkirjasta tms. tiedot, joista ilmenee valmisteiden käyttömäärät (altistumisen määrän seuranta) ja käytötapa (suojautuminen).

Kasvinsuojeluaineet ovat ominaisuuksiltaan hyvin vaihtelevia ja niiden yhteis- tai pitkäaikaisvaikutuksista saadaan koko ajan lisää tietoa. Useat lievistä altistumisista johtuvat oireet ovat hyvin yleisluontoisia, ja niiden yhdistäminen altistumiseen voi olla vaikeaa. Yleiset oireet, kuten päänsärky, huimaus ja pahoinvointi voivat johtua myös esimerkiksi (ei-moottoroidun) hengityssuojaimen käytöstä tai (lämpö)uupumuksesta. Oireita esiintyy kuitenkin huomattavasti vähemmän asianmukaisia suojaimia käyttävien keskuudessa.

## Lainsäädäntöä

- Työturvallisuuslaki 738/2002.
- Työterveyshuoltolaki 1383/2001.
- Valtioneuvoston asetus terveys-tarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä VNa 1485/2001.

- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä VNa 715/2001.
- Valtioneuvoston päätös henkilön-suojainten valinnasta ja käytöstä työssä VNp 1407/1993.
- Kasvinsuojeluaineiden luokittelu STMa 624/2001.

## Lisätietoja

Turvallisuuden tarkastuslista, puutarha-alan työolojen kehittäminen, lasinalaisviljely: [www.ttl.fi/NR/rdonlyres/143247EB-CC82-43F7-A5EF-955B3A14E771/0/puutarhaala\\_lasinalaisviljely.pdf](http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/143247EB-CC82-43F7-A5EF-955B3A14E771/0/puutarhaala_lasinalaisviljely.pdf)

Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (STTV) vastaa kasvinsuojeluaineiden terveysvaikutusten arvioinnista ja pystyy tarvittaessa antamaan lisätietoja ihmisiin kohdistuvista vaikutuksista ([www.sttv.fi](http://www.sttv.fi)).

*Eevamaria Harala ja Marja Poteri*

# Kasvinsuojeluaineiden jätehuolto, torjunta-ainevarasto ja kasvinsuojeluaineisiin liittyvä lainsäädäntö

*Artikkeli on koostettu Reijo Vanhasen (Elintarviketurvallisuusvirasto Evira) esitelmästä, jonka hän piti syyskuussa 2008 Metsätaimien tarhat ja kasvinsuojelu -kursilla.*

## **Torjunta-ainevarasto**

Kasvinsuojeluaineet säilytetään omassa lukittavassa varastossaan erillään elintarvikkeista ja rehusta. Myöskään henkilösuojaimia ja suojarusteita ei säilytetä samassa tilassa, eikä varasto saa olla sosiaalitulojen välittömässä läheisyydessä. Tila merkitään selvästi esimerkiksi ”Torjunta-ainevarasto” -kyltillä.

Varastossa on oltava hyvä ilmanvaihto ja kuiva, viileä ilma (10–15 °C). Varaston lattian tulisi olla sileä tai pintakäsitelty (maalattu), jolloin se on helposti puhdistettavissa. Tilaan on varattava myös imeytysainetta, kuten sahanpurua, turvetta tai imeytyshiekkaa, johon maahan valuneet tai läikkyneet nesteet voidaan kerätä. Mikäli varastossa on lattiakaivo, sen tulee johtaa erilliseen ongelmajätteille tarkoitettuun keruusäiliöön.

## **Nesteet alahyllylle**

Valmisteet tulee säilyttää alkupe-  
räispakkauksissaan. Nesteet ja  
myrkyllisimmät aineet ovat alahyl-

lyillä, jauheiden ja neutraalimpien  
aineiden ollessa ylempänä. Tor-  
junta-ainepakkausten kunto tulisi  
tarkastaa kerran vuodessa, sillä mo-  
net valmisteet sisältävät vahvoja liu-  
ottimia, jotka voivat sulattaa reiän  
muovi- tai metallikanisteriin pitkään  
varastoitaessa. Avatut pakkaukset  
suljetaan esim. ilmastointiteipillä.  
Vuotavat tai hajoamisvaarassa ol-  
evat pakkaukset laitetaan tiiviiseen  
ja kestäväan astiaan. Kannella sul-  
jettava muovikäppi sopii lyhytai-  
kaiseen säilytykseen. Siisteys ja  
selkeys parantavat turvallisuutta.

Varastossa tulee olla saatavilla  
turvaohjeet, kuten säilytettävien val-  
misteiden käyttöturvallisuustiedot-  
teet ja hätänumerot. Onnettomuuk-  
sien varalta myös pelastus- ja puh-  
distusvälineet, kuten imeytysaine,  
kuuluvat varaston tarvikkeisiin.

## **Mitkä ovat ongelmajätteitä?**

Kasvinsuojeluainerekisteristä  
poistettujen valmisteiden käyttö on  
kiellettyä. Rekisteriin kuulumat-  
tomat valmisteet ovat ongelmajätettä ja ne kuuluvat jätelain piiriin. Eviran internet-sivulta voi tarkistaa, löytyykö tietty valmiste kasvinsuojeluainerekisteristä: [www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/kasvinsuojeluaineet/kasvinsuojeluainerekisteri/](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/kasvinsuojeluaineet/kasvinsuojeluainerekisteri/) Asiaa voi myös kysyä puhelimitse Eviran

kasvinsuojeluainejaostosta (020 772003/vaihde) tai sähköpostilla osoitteesta [kasvinsuojeluaineet@evira.fi](mailto:kasvinsuojeluaineet@evira.fi).

Myös vanhentuneet tai muuten käyttökelvottomat kasvinsuojeluaineet ovat ongelmajätettä, jonka säilytys on jätteiden haltijan vastuulla. Jätteet varastoidaan alkupe-  
räispakkauksissaan samaan tilaan kuin käytössä olevat aineet, mutta niistä selvästi erilleen.

## **Ongelmajätteet toimitettava luvanvaraisille kerääjille**

Tyhjät, kolmeen kertaan huuhdellut kasvinsuojeluainepakkaukset voidaan viedä yleiselle kaatopaikalle. Käyttökelvottomat kasvinsuojeluaine-erät ovat ongelmajätettä, jota ei saa hävittää kotitalousjätteen mukana tai muuten ympäristöön levittämällä.

Huonokuntoiset pakkaukset si-  
joitetaan esimerkiksi kannelli-  
seen muovikäppiin valumien es-  
tämiseksi. Mikäli pakkauksen  
sisällöstä ei ole tarkkaa tietoa, kir-  
joitetaan pakkauksen kylkeen ”Myr-  
kyllistä kasvinsuojeluainetta. Koos-  
tumus tuntematon”. Raskasme-  
talleja, kuten elohopeaa tai kuparia,  
sisältäviin valmisteisiin kirjoitetaan  
”Sisältää raskasmetallia”.

Jätteet saa luovuttaa vain ympäristöluvan omaaviin vastaanot-

topaikkoihin, kuten kuntien, muiden yhteisöjen tai yksityisten yrittäjien järjestämiin jätehuoltopisteisiin. Kunnan ympäristöviranomaiselta saa tietoa kunnan järjestämästä keräys- tai vastaanottoaikan sijainnista ja aukioloajoista. Tuotantotoiminnan jätteet eivät sen sijaan kuulu kuntien vastuulle, joten niiden keräyksestä perittävistä maksuista kannattaa ottaa selvää etukäteen asiaa hoitavalta yritykseltä tai ammatinharjoittajalta.

### **Kasvinsuojeluaineisiin liittyvää lainsäädäntöä**

- Laki kasvinsuojeluaineista 1259/2006.

- Asetus kasvinsuojeluaineita koskevasta kirjanpidosta sekä markkinoille saatettujen kasvinsuojeluaineiden määrien ilmoittamisesta MMMa 16/2007.

- Asetus kasvinsuojeluaineiden käyttöä koskevasta tutkinnosta, tarkastuksia suorittavien laitosten hyväksymisestä sekä koe- ja tutkimustoiminnasta MMMa 59/07.

### **Yhteystietoja**

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira  
www.evira.fi: kasvinsuojeluaineiden hyväksyminen ja rekisterin yl-

läpito; valvonta, neuvonta ja koulutus.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) www.ymparisto.fi/syke: kasvinsuojeluaineiden ympäristövaikutukset ja jätehuolto.

Ekokem Oy Ab www.ekokem.fi: ongelma- ja teollisuusjätteet sekä valtakunnallinen öljyjätehuolto.

Jätelaitosyhdistys (JLY) www.jly.fi/jätehuolto: kuntien alueellisten jätelaitosten edustaja.

*Eevamaria Harala ja Marja Poteri*

# Torjunta-aineiden pistekuormituksen vähentäminen

*Artikkeli on koostettu Pertti Rajalan (Kasvinsuojeluseura ry) esitelmästä, jonka hän piti syyskuussa 2008 Metsätaimitarhat ja kasvinsuojelukurssilla.*

Suurin osa ympäristön torjunta-ainekuormituksesta tulee pistekuormituksenä. EU ja ECPA, Euroopan torjunta-ainetuottajat, käynnistivät vuonna 2006 kolmevuotisen TOPPS-projektin, jonka tavoitteena on neuvoa oikeanlaisia työtekniikoita ja -suunnittelua erityisesti vesistökuormituksen vähentämiseksi. ProAgria ja Kasvinsuojeluseura ry ovat vastanneet projektin toteutuksesta Suomessa.

Eri EU-maissa järjestetyissä koulutuksissa on käsitelty hyvin käytännön läheisesti kasvinsuojeluaineiden kuljetusta, varastointia, ruiskutustoimenpiteitä ja jätteiden käsitelyä. Koulutuksella onkin onnistuttu vähentämään kuormitusta merkittävästi: esimerkiksi Saksan Hesenissä (5 mittausasemaa) onnistuttiin koulutuksella pienentämään ympäristöön kohdistuvaa kuormitusta 60–80 %:a alkuperäisestä kokonaiskuormituksesta, josta 65–95 % oli pistekuormitusta. Myös Etelä-Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa neuvonta vähensi huomattavasti valuma-alueen pitoisuuksia, vaikka käytettyjen tehoaineiden vuotuiset käyttömäärät eivät laskeneet.

### **Kuormitusta vähennetään jo ennen ruiskutusta**

Suurin työ kuormituksen vähentämiseksi tehdään jo ennen ruiskutusta. Ennakkosuunnitelmassa valitaan käytettävä aine huomioiden sen käyttörajoitteet herkillä alueilla, joita ovat esim. vesistöt, kaivot ja pohjavesialueet. Autolla kuljetettaessa kasvinsuojeluaineet on hyvä pitää auton takaosassa erillisessä muovilaatikossa imeytysaineen kanssa.

Tarvittava liuosmäärä on pyrittävä laskemaan tarkasti, jotta liuosta ei jäisi yli. Kanistereista kaadettaessa roiskeiden estämiseksi torjunta-aine kaadetaan sivuttain olevasta



**Kuva 1.** Kanisteria pidetään sivuttain ainetta kaadettaessa. Tämä vähentää roiskeiden syntymistä, koska kanisteriin pääsee ilmaa sisälle eikä neste pulpahtele kaadettaessa. (kuva: Bayer CropScience, DK)

TOPPS



astiasta (kuva 1). Astian suussa oleva sinettilukko jätetään kiinni ellei sitä voida huuhtoa kasvinsuojeluaaineruiskuun esim. täyttöastian siivälässä. Torjunta-ainetta sisältävä sinettilukko on osoittautunut yhdeksi merkittäväksi pistekuormituksen aiheuttajaksi. Tahriintuneessa kanisterin sinetissä voi olla gramma tehoainetta, mikä maahan joutuessaan saattaa pilata jopa 10 000 kuutiota vettä juomakelvottomaksi. Tyhjä torjunta-ainesäiliöön vähintään kolmeen kertaan huuhdellut astiat kerätään jätessäkiin ja hävitetään sekajätteen mukana.

Kasvinsuojeluaine täytetään tankkiin rajatulla alueella, josta roiskeet on helppo poistaa eikä täyttöalueella saa olla suoraa vesistöön kulkeutumisen vaaraa. Myös vedenottopaikka on tärkeä. Hyvä vedenottopaikka on siisti ja omaa erillisen lietekaivon pesuvedelle. Tankkia täytettäessä vesiletkun pää ei saa koskea tankissa olevaa nestettä ja täyttöä on vahdittava, jottei tankki pääse täyttymään yli.

### **Kolme neljäsosaa kuormituksesta syntyy roiskeista**

Mikäli täyttövaiheessa ainetta läikky maahan, kerätään roiskeet pois pelloilta lapiolla tai kovalta pohjalta imeytysaineilla. Imeytysaineis-

ta syntyvät biologisesti hajoavat jätteet, kuten sahanpuru, voidaan varastoida edelleen hajotettavaksi (kompostoitavaksi), jos siihen on turvallinen ja asianmukainen paikka, esim. biopeti. Muut jätteet, kuten käytetty imeytyshiekka, on toimitettava hävitettäväksi torjunta-ainejätteenä.

Suurimpia päästölähteitä traktoriruiskun täyttöalueella ovat säiliön täytön aikaiset roiskeet ja kanistereiden korkit ja tiivisteet sekä traktorin puhdistus. Ne vastaavat kolmea neljänestä täyttöalueen päästöistä.

Ruiskutuksessa on huomioitava säätilanne, jotta ruiskutustulos olisi paras mahdollinen ja toisaalta estetään kasvinsuojeluaineen tahaton leviäminen ympäristöön. Tavoitteena on työskennellä mahdollisimman heikkotuulisella säällä, minkä lisäksi kasvinsuojeluaineen ympäristöön kulkeutumista voi vähentää suurentamalla mahdollisuuksien mukaan pisarakokoa, alentamalla puomin korkeutta tai hidastamalla ajonopeutta. Ruisku suljetaan käännyttäessä ja seisottaessa. Havaitut viat ja vuodot korjataan välittömästi.

Ruiskutuksen jälkeen ruiskun pohjalle jäänyt liuos laimennetaan vedellä ja ruiskutetaan sille jätettyyn kohtaan ruiskutuslinjan alkuun. Ruisku pestään pelloilla tai rajatulla alueella, jossa on huuhte-

luveden keruullas. Torjunta-aineruisku tulee säilyttää katon alla saateelta suojassa.

### **Biopeti ruiskun täyttö- ja pesupaikaksi**

Biopeti on hyvä ratkaisu ruiskun pesu- ja täyttöpaikaksi. Biopeti kerää, varastoi ja hajottaa biologisesti pesu ja täytön aikana maahan joutuvat kasvinsuojeluaineet. Biopedin rakennusohjeisiin voi tutustua esim.: [www.farmit.net/farmit/fi/03\\_kasvinviljely/01\\_farmituutiset/867\\_biopeti.jsp](http://www.farmit.net/farmit/fi/03_kasvinviljely/01_farmituutiset/867_biopeti.jsp)

TOPPS-hankkeen kotisivu, jonne on koottu käyttäjille suunnattua koulutus- ja neuvontamateriaalia: [www.topps-life.org](http://www.topps-life.org)

TOPPS = Train the Operators to prevent Pollution from Point Sources

Pro Agrian ja Kasvinsuojeluseuran tekemä vapaa suomennos = Tapat Oikeaan Paikkaan Parantamaan Satoa

*Eevamaria Harala ja Marja Poteri*

# Julkaisusatoa

## Niukempi kastelu ei vaikuta taimien pakkaskestävyyteen, mutta vähentää huuhtoutumista

Carles, S., Lamhamedi, M. S., Stowe, D.C., Margolis, H.A., Bernier, P. Y., Veilleux, L. & Fecteau, B. 2008. Frost tolerance of two-year-old *Picea glauca* seedlings grown under different irrigation regimes in a forest nursery. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 137–147.

Pohjois-Amerikassa, kuten meillä Suomessakin, on silloin tällöin todettu taimien juurien paleltumista syyspakkasissa, mikä johtaa taimien hylkäämiseen. Kirjoittajien mukaan käytännössä on havaittu, että kastelun vähentäminen nopeuttaa taimien karaistumista. Taimitarhoilla vähennetäänkin sekä kastelua sekä lannoitusta syksyä kohden. Kastelun merkitystä verson tai juuriston karaistumiseen ei kuitenkaan ole kokeellisesti osoitettu. Jos kastelua pystyttäisiin vähentämään taimien laatua heikentämättä, vähentäisi se veden kulutusta ja ravinteiden huuhtoutumista.

Tutkimuksessa verrattiin kolmen kastelutason (turpeen kosteuden) vaikutusta 2-vuotiaiden valkokuusen taimien kasvuun ja pakkaskestävyyteen. Taimia kasteltiin toisena kasvukautena samalla lailla kesäkuun puolen väliin saakka, minkä jälkeen kastelu eriytettiin kolmelle vesipitoisuustasolle (30 %, 40 % ja 55 % turpeen tilavuudesta) kasvukauden loppuun.

### Päätulokset

- Kastelukäsittelyillä ei ollut vaikutusta taimien versojen tai juurten karaistumiseen tai pakkaskestävyyteen, jota mitattiin keinotekoisien pakkasaltistuksen jälkeen sekä fysiologisin (elektrolyyttivuoto, juurten vesipitoisuus) että morfologisin (vauriot versossa ja juurten kasvuun lähtö) menetelmin.
- Myöskään taimien kokoon, pituuteen, läpimittaan tai kuivapainoihin eivät kastelukäsittelyt vaikuttaneet.

Kirjoittajien mukaan kastelua ja samalla ravinteiden huuhtoutumista voidaan vähentää merkittävästi vaikuttamatta taimien kasvuun tai karaistumiskehitykseen.

## Miksi käytännön kokemukset kasvualustan kosteuden vaikutuksesta karaistumiseen eivät kokeessa toteutuneet?

Tiedetään, että lämpötila on ensisijainen vaikuttaja juurten pakkaskestävyyteen. Kirjoittajat arvelevatkin, että suuralustoilla ilmassa pidettyjen taimiarkkien lämpötilan lasku syksyllä joudutti riittävästi juurten karaistumista eikä kosteudella sen lisäksi ollut sanottavaa vaikutusta. Lisäksi taimet kasvatettiin niinkin isoissa kuin 350 cm<sup>3</sup>:n ilmaraoilla varustetuissa kovamuovipaakuissa, joissa kosteuden sisäinen vaihtelu jäänee vähäisemmäksi kuin pienemmissä (Suomessa tavallisesti alle 120 cm<sup>3</sup>) paakuissa. Tämä on osaltaan voinut vaikuttaa siihen, että kuivin käsittely ei aiheuttanut riittävästi stressiä karaistumisen jouduttamiseksi.

Suomeen tuloksia sovellettaessa kiinnittää huomiota se, että taimet olivat toisenkin kasvukauden kasvihuoneessa sateelta suojassa, mikä Pohjois-Amerikassa on yleisempää kuin meillä. Toisaalta Suomessa turve pyritään yleensä pitämään kuivempana (40–50 % välillä) kuin Pohjois-Amerikassa, missä paakut usein kastellaan kyllästymispisteeseen. Meillä taas ulkokentällä turpeen kosteus saattaa sateiden vaikutuksesta nousta syyskesällä 60–70 %:iin, mitä vaihtoehtoa tässä kokeessa ei tutkittu.

Risto Rikala

## Lyhytpäiväkäsittely voi parantaa taimien juurtumista kylmässä maassa

Jacobs, D. F., Davis, A. S., Wilson, B. C., Dumroese, R. K., Goodman, R. C. & Salifu, K. F. 2008. Short-day treatment alters Douglas-fir seedling dehardening and transplant root proliferation at varying rhizosphere temperature. *Canadian Journal of Forest Research* 38(6): 1526–1535.

Amerikkalaisessa tutkimuksessa on selvitetty LP-käsittelyn vaikutusta douglaskuusen pakkaskestävyyteen, menestymiseen pakkasvarastossa ja juurten kasvun alkamiseen seuraavana keväänä. Taimien alkuperä oli hyvin eteläinen 42 °N. Kylvö tehtiin maaliskuun puolivälissä styroblokk-kennostoihin. Neljän viikon LP-käsittely alkoi 12.7., yönä pituutena oli 15 tuntia. Vertailutaimet kasvoivat luontaisessa päivänpituudessa. Taimet varas-

toitiin pakkasvarastoon (-2 °C) 15. 12. Pakkasvarastosta taimia siirrettiin pois kuutena eri ajankohtana tammi-toukokuun välisenä aikana. Jokaisena ajankohtana taimille tehtiin pakkastestit. Juurten kasvutesti (RGC) tehtiin vesiviljelynä neljässä lämpötilassa (10, 15, 20 ja 25 °C) ja testausaika oli 14 vrk.

### Päätulokset

Pakkasvarastointi ja kylmänkestävyys

- Pakkasvarastointiaika vaikutti kylmänkestävyyteen. Taimien pakkasvauriot olivat siitä suuremmat, mitä kauemmin taimet olivat olleet pakkasvarastossa, koska keväällä taimien pakkaskestävyys alkoi jo purkautua.
- LP-käsittely lisäsi douglaskuusen kylmänkestävyyttä ja paransi taimien säilymistä pakkasvarastossa keväeseen saakka.

Juurten kasvu keväällä

- Matalassa 10 °C -asteen lämpötilassa uusien juurten lukumäärä ja kuivapaino oli suurempi LP-käsitellyillä taimilla kuin vertailutaimilla, mutta korkeammassa 20 °C -asteen lämpötilassa taas vertailutaimien juurten kasvu oli parempi.
- Kirjoittajat päättelevät, että jos istutusalueella on alhainen maan lämpötila, LP-taimien juurtumiskyky ja myös kuivuuden kestävyys on parempi kuin käsittelemättömien taimien.
- Jos istutus tapahtuu lämpimään maahan, eikä kuivuus ole ongelmana, käsittelemättömien taimien alkukehitys voi olla parempi.

Tutkimuksessa ei seurattu taimien silmuja puhkeamista eikä kevähallariskiä, mikä taas on monissa tutkimuksissa on ollut LP-taimilla suurempi kuin käsittelemättömillä taimilla.

Kyösti Kontinen

### Kuusen pienet minitaimet ovat istutusalueella vähemmän alttiita tukkimiehintäin tuhoille kuin suuremmat taimet

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

Ruotsalaisessa tutkimuksessa on verrattu tukkimiehintäin istutusalueella aiheuttamia tuhoja pienille minitaimille ja tavanomaisille 1-vuotiaille taimille.

Tutkimuksessa oli kahdenlaisia minitaimia: 10 viikon kasvatus muovihuoneessa (pituus 7,2 cm) sekä 7 viikon



Pienet alkukesällä syntyneet tukkimiehintäin syönnit pysyvät kylestymään umpeen. (kuva Marja Poteri)

kasvatus muovihuoneessa ja 3 viikkoa ulkona (pituus 4,7 cm). Kylvöaika oli maaliskuun loppu ja kasvatuspaakku Jiffy 18 (13 cm<sup>3</sup>).

Yksivuotiaat tavanomaiset taimet oli kasvatettu edellisenä kesänä. Kasvatuspaakku oli PL81 (85 cm<sup>3</sup>) ja kylvöaika maaliskuun alku. Taimien pituus oli 14,4 cm.

Minitaimet ja 1-vuotiaat taimet istutettiin kesäkuun alussa 2001 talvella 1998–1999 päätehakatulle ja edellisenä syksynä (2000) äestetyille alueelle.

### Päätulokset

Tukkimiehintäin vauriot ensimmäisenä ja toisena kesänä 2001 ja 2002

- Minitaimista vaurioitui 3,5 % ja 1-vuotiaista tavanomaisista taimista 55 %.
- Muovihuoneessa ja ulkona kasvatettujen minitaimien vauriot olivat vähäisemmät kuin pelkästään muovihuoneessa kasvatettujen taimien.

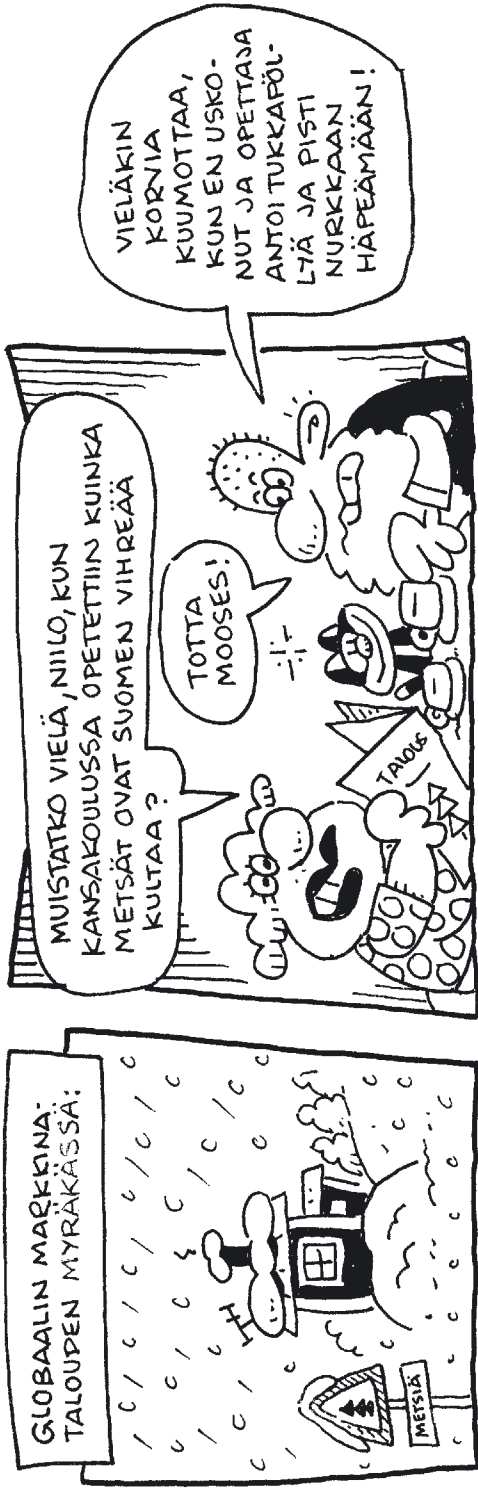
Taimien elossaolo kolmen vuoden kuluttua

- Minitaimista oli elossa 82 % ja 1-vuotiaista taimista 75 %.
- 1-vuotiaiden tavanomaisten taimien kuolleisuuden syynä oli yksinomaan tukkimiehintäin, mutta minitaimien pääasiallinen kuolinsyy syy oli jokin muu, yleisimmin kuivuus.
- Tukkimiehintäin vahingoittamista taimista jäi eloon 1-vuotiaista taimista 60 %, mutta minitaimista vain 16 %.
- Pienet taimet kestävät paljon huonommin tukkimiehintäin syöntiä kuin suuremmat taimet, mutta vastaavasti tukkimiehintäin iskeytyvät taas harvemmin minitaimiin.

Kyösti Kontinen

# PUUPUPELLO

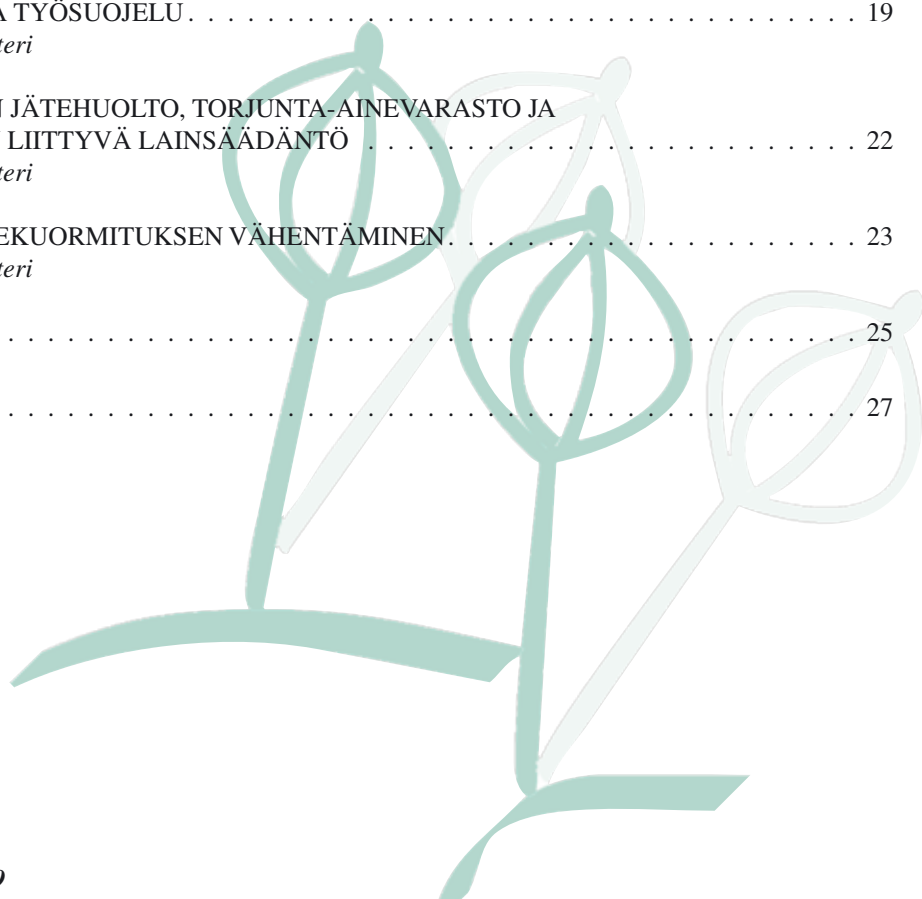
PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



# Sisällys

Taimiuutiset 1/2009

KIRJOITTAJAT . . . . .	2
HARSINTAA METSÄSSÄ JA TAIMITARHALLA . . . . . <i>Veikko Koski</i>	3
RAUDUSKOIVUN SIEMENSIIRROT BALTIAN MAISTA SUOMEEN – VAIKUTUS KASVUUN JA RUNGON LAATUUN . . . . . <i>Anneli Viherä-Aarnio ja Pirkko Velling</i>	5
TERVALEPÄN SIEMENTÄ SIEMENVILJELYKSILTÄ 2010-LUVULLA . . . . . <i>Jaakko Napola</i>	8
PURPPURANAHAKKA-SIENI LUPAAVA BIOLOGINEN VESAKONTORJUJA MYÖS SUOMESSA . . . . . <i>Henna Vartiamäki</i>	11
KOLMEN VESAKONTORJUNTAMENETELMÄN VERTAILU KUUSEN UUDISTUSALOILLA – PIHLAJAN JA HAAVAN TORJUNNASSA BIOLOGINEN MENETELMÄ TEHOKKAIN . . . . . <i>Leena Hamberg ja Irja Löfström</i>	14
VIERASLAJIT UHKA METSÄKASVEILLEMME . . . . . <i>Arja Lilja, Jarkko Hantula, Anna Rytönen, Michael Müller ja Päivi Parikka</i>	16
KASVINSUOJELUAIINEET JA TYÖSUOJELU . . . . . <i>Eevamaria Harala ja Marja Poteri</i>	19
KASVINSUOJELUAIINEIDEN JÄTEHUOLTO, TORJUNTA-AINEVARASTO JA KASVINSUOJELUAIINEISIIN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ . . . . . <i>Eevamaria Harala ja Marja Poteri</i>	22
TORJUNTA-AINEIDEN PISTEKUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN . . . . . <i>Eevamaria Harala ja Marja Poteri</i>	23
JULKAISUSATO . . . . .	25
PUUPELTOCITY . . . . .	27



**Taimiuutiset-lehti vuonna 2009**

Aineistot toimitettava viimeistään / Ilmestyvät: kesä 30.4. / 1.6.; syksy 28.8. / 5.10.; talvi 27.11. / 28.12.