



TAIMI UUTISET

numero 2/2015

Kesäkoivut
10-vuoden
kuluttua

Horsman
torjunta
paakutaimilta
keväällä

Lyhytpäiväkäsittely
ja silmun
puhkeaminen

LED-valot
koulinta-
taimilla



YHTEISTYÖSSÄ MUKANA:

Fin Forelia Oy
Linnoitustie 4 B
02600 Espoo

Ab Mellanå Plant Oy
Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Partaharjun Puutarha Oy
Partaharjuntie 431
76280 Partaharju

Pohjan Taimi Oy
Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

Taimi-Tapio Oy
Pinninkatu 53, 3 krs.
33101 Tampere

UPM Metsä
Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

TOIMITTAJA
Luonnonvarakeskus
Suonenjoki
Marja.Poteri@luke.fi

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

AINEISTON TOIMITUS
Luke/Jaana Luoranen

TAITTO
Luke/Essi Puranen

KANSIKUVA
Luke/Erkki Oksanen

TILAUKSET
Tilaushinta vuodeksi 2015 on 35 euroa.
Taimiuutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Tilaukset toimittajalta tai verkkolomakkeella
[www.metla.fi/taimiuutiset/
taimiuutiset-tilaus.htm](http://www.metla.fi/taimiuutiset/taimiuutiset-tilaus.htm)

JULKAISIJA
Luonnonvarakeskus
Suonenjoki

ISSN 1455-7738 (painettu)
ISSN 2242-9395 (verkkajulkaisu)
Juvenes Print, 2015

Aineisto lehteen	Ilmestyy
Syksy 4.9.	5.10.
Talvi 4.12.	28.12.



10 *Lyhytpäiväkäsitellyn kuusen taimen silmu*

KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT

Heikki.Smolander@luke.fi
rikala@dnainternet.net

Lauri.Haataja@luke.fi
Juha.Heiskanen@luke.fi
Jaana.Luoranen@luke.fi
Marja.Poteri@luke.fi
Johanna.Riikonen@luke.fi
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI

Sirkka.Sutinen@luke.fi
Yliopistokatu 6
80100 JOENSUU



16 *Led-valoilla kasvatettuja männyn koulintaimia*



27 *Elektrolyttivuotomittaus pakkaskestävyyden määrittämisessä*

Sisällys

Tuottavuushyppyjä puuntuotantoon	4
<i>Heikki Smolander</i>	
Kesäkoivujen hyvä kasvu näkyy vielä 10 vuoden kuluttua istutuksesta	6
<i>Jaana Luoranen</i>	
Lyhytpäiväkäsittely ja kesäistutus aikaistavat kuusen taimien silmujen puhkeamista	8
<i>Jaana Luoranen</i>	
Lyhytpäiväkäsittely ohentaa silmusuomukerrosta: miten käy taimien pakkaskestävyyden?	10
<i>Sirkka Sutinen, Jaana Luoranen, Lauri Haataja, Johanna Riikonen ja Risto Rikala</i>	
LED-tekniikka soveltuu koulintaimien kasvatukseen	14
<i>Johanna Riikonen</i>	
Amerikanhorsman torjunta keväällä kuusen paakkutaimilta	17
<i>Marja Poteri</i>	
Metsätalouden käyttöön hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita 2015	20
<i>Marja Poteri</i>	
Julkaisusatoa	24

Tuottavuushyppäjä puuntuotantoon

HEIKKI SMOLANDER

HALLITUSTUNNUSTELIJA JUHA SIPILÄ kysyi yhteiskuntasopimuksen valmisteluun liittyen etujärjestöiltä: ”Millä keinoilla saamme aikaan noin 5 %:n tuottavuushypyn suomalaisen työn, julkisen sektorin ja yritystoiminnan kilpailukyvyyn parantamiseksi”. Yrityksille ja julkisen sektorin toimijoille, joiden tempu on lopulta tehtävä, kysymystä ei tietääkseni esitetty. Ei myöskään tutkimusorganisaatioille, joiden toimenkuvaan kuuluu tietää, miten se on tehtävä. Sitra vastasi tämän kysymyksen sijaan puolueille esitettyihin kysymyksiin, vaikkei sen mielipidettä kysytykään. VTT katsoi 5 %:n tuottavuushypyn edellyttävän valtiolta lisärahaa soveltavaan tutkimukseen 3 %/vuosi ja VTT:lle jo osoitettujen leikkausten perumista. Luonnonvarakeskus ei fuusioprosessin keskellä ollut yhtä aloitteellinen kuin Sitra tai VTT.

Myös puuntuottajien on hyvä etsiä aitoja tuottavuushyppyjä. Miten asioita toisin tekemällä saadaan kustannuksia alas ja laatua ylös samanaikaisesti? Uusimman VMIn tulokset osoittavat, että ainakin laadussa on parantamisen varaa. Pienistä taimikoista reilu 50 %, varttuneista taimikoista reilu 30 % ja nuorista kasvatusmetsistä vain 20 % on puuntuotannon kannalta hyvässä kunnossa.

Laadussa on siis vähintään riittävästi parantamisen varaa. Miten on kustannusten laita? Reaaliset istutuskustannukset ovat pysyneet viimeiset parikymmentä vuotta samana, vaikka reaalipalkat ovat puolitoistakertaistuneet. Kehitys ei ole paljoa heikompi kuin puunkorjuussa. Sen sijaan taimikonhoidon kustannuskehitys on murheellinen. Sen reaaliset yksikkökustannukset ovat yli kaksinkertaistuneet, eli yksikkökustannukset ovat kasvaneet tuntuvasti nopeammin kuin palkat. Hämmäntävää on, että Ruotsissa myös taimikonhoidon reaaliset yksikkökustannukset ovat pysyneet lähes vakiona.

Koko kansantaloutta ajatellen 5 %:n tuottavuuden nostoa voidaan varmasti pitää aidosti tuottavuushyppynä. Niin laadun kuin kustannustenkin suhteen on puuntuotannon alkuvaiheiden osalta järkevä asettaa tavoite lähemmäs 50:tä kuin viittä prosenttia.

Kun palkkojen ja monien hintojen nousu on pitkällä aikavälillä vääjäämätöntä, tuottavuutta voi nostaa vain tekemällä asioita toisin kuin ennen. Otan esimerkin koivun viljelystä. Paljasjuurikauden jälkeen paakkutaimet kasvatettiin viranomaismääräysten mukaisesti samankokoisiksi kuin ennenkin. Pientä koivua yrittänyt Rainer Bodmankin saatiin pykälät tuntevan taimitarkastajan toimesta kuriin. Kun sitten Suihkosen Martin ja Ruhan Aarnen kokeilujen innoittamana Jaana Luoranen osoitti väitöskirjassaan, että pieni lehdellinen koivun taimi (ns. kesäkoivu) lähtee nopeammin kasvuun kuin perinteinen iso taimi, MMM oli valmis muuttamaan viranomaismääräyksiä. Taimihuollon vaativuuden ja istutuskauden osuessa kesälomien aikaan lehdellinen pikkukoivu ei yleistynyt halvemmista kustannuksista ja nopeammasta alkukehityksestä huolimatta.

Kun taimien koon viranomais-säätely lakkasi, ei uutta etsitty kovin ripeästi, vaikka olosuhteet olivat muuttuneet. Mätästys oli korvannut äestyksen. Koivu heinittyvien peltojen sijasta istutettiin rehevien maiden kuusikoiden hakkuualoille.

UPM on muuttuneessa tilanteessa ennakkoluulottomasti kokeillut pientä lehdetöntä koivun tainta, ns. pikkukoivua. Näyttää siltä, että sen kasvuun lähtö on vähintään yhtä ripeää kuin lehdellisen kesäkoivun (kuva 1). Sekä taimet että istutustyö on tuntuvasti halvempat kuin perinteisellä koivun paakkutaimella. Kustannukset ovat lähellä kuusen uudistamiskustannuksia. Pikkukoivu on myös istutettavissa koneella. Jos



Kuva 1. Pienissä paakuissa kasvatettujen lyhyiden koivun taimien istutamisesta myös keväällä on saatu lupaavia tuloksia. Viereisellä sivulla toukokuussa koneella istutettu pikkukoivu mättäässä. Yläkuvassa kolme kasvukautta kasvanut pikkukoivu, jonka mittatikkuna 140 cm pitkä poika. (valokuvat Jaana Luoranen ja Anne Immonen)

ikäviä yllätyksiä ei tule, voidaan Sipilän termein puhua aidosta tuottavuushyppystä. Vaikka koivun 3 %:n osuus istutusalaista ei tuokkaan suurta kontribuutiota kansantalouden tuottavuuteen, on pikkukoivu hyvä esimerkki pyrkimyksestä tuottaa asiakkaille halvempia ja samalla parempia ratkaisuja katteiden pienenemisestä huolimatta.



Kesäkoivujen hyvä kasvu näkyy vielä 10 vuoden kuluttua istutuksesta

JAANA LUORANEN | LUKE

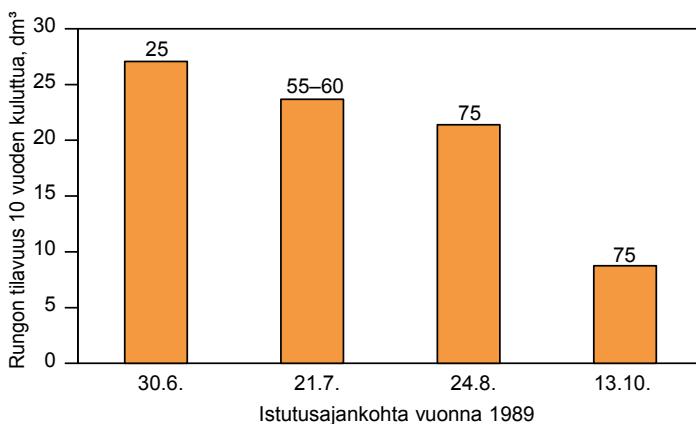
Koivun kesäistutus alulle jo 80-luvulla

Aarne Ruha ja Matti Suihkonen kokeilivat 1980-luvun lopulla koivun kesäistutusta Kerimällä, missä koivun taimia istutettiin noin kuukauden välein kesäkuun lopulta lähtien aina lokakuulle saakka. Istutustiheys oli kesä- ja heinäkuussa 1917 kpl/ha, elo- ja lokakuussa 2018 kpl/ha. Tulokset olivat lupaavia. Kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta erot istutusajankohtien välillä olivat selvät: kesäkuun lopulla lehdellisenä istutettujen koivujen viiden

pisimmän puun rungon keskitilavuus oli 27 dm³, kun se elokuun lopulla istutetuilla taimilla oli vain 21 dm³ (kuva 1). Elossa olevien taimien tiheys kymmenen vuoden kuluttua oli 1775, 1492, 1308 ja 588 kpl/ha (kesäkuusta lokakuuhun lueteltuina). Koska kokeilussa ei ollut tilastollista testausta mahdollistavia toistoja, ei voitu olla varmoja, oliko kyse vain sattumasta ja kasvupaikkaeroista vai todellisista eroista istutusajankohtien välillä.

1990-luvulla perustettiin uusia kokeita

Kerimäen kokeilun tulosten varmistamiseksi perustettiin 1990-luvun koivuprojektin aikana Pohjois-Savoon uusia istutusajankohtakokeita (ks. Luoranen ym. 2003), joissa tutkittiin kesäistutusta tarkemmin ja jotka mitattiin uudelleen 10 vuoden kuluttua istutuksesta. Koesarjassa oli alkuun kuusi koetta, joista kaksi oli mittauskelpoisia vielä kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta. Muut koesarjan kokeet olivat tuhoutuneet runsaiden myyrän syöntien takia, tai koeruutujen merkkikeppejä oli kadonnut niin paljon, että mittaus ei ollut enää järkevää tai mahdollista. Mitatut kokeet sijaitsivat äestetyllä MT-tyypin uudistusallalla Suonenjoella ja täysmuokatulla pellonmetsitysallalla Lapinlahdella. Taimet kokeisiin oli istutettu kesällä 1997 ja keväällä 1998 noin yhden metrin välein äesvakoon tai riveihin pellolle 7 x 7 m ruutuihin. Jokaiseen ruutuun istutettiin 20 tainta. Molemmat kokeet harvennettiin syksyllä 2001 niin, että ruuduissa oli jäljellä Suonenjoella keskimäärin 10 (2040 kpl/ha) ja Lapinlahdelle kuusi (1225 kpl/ha) puuta.

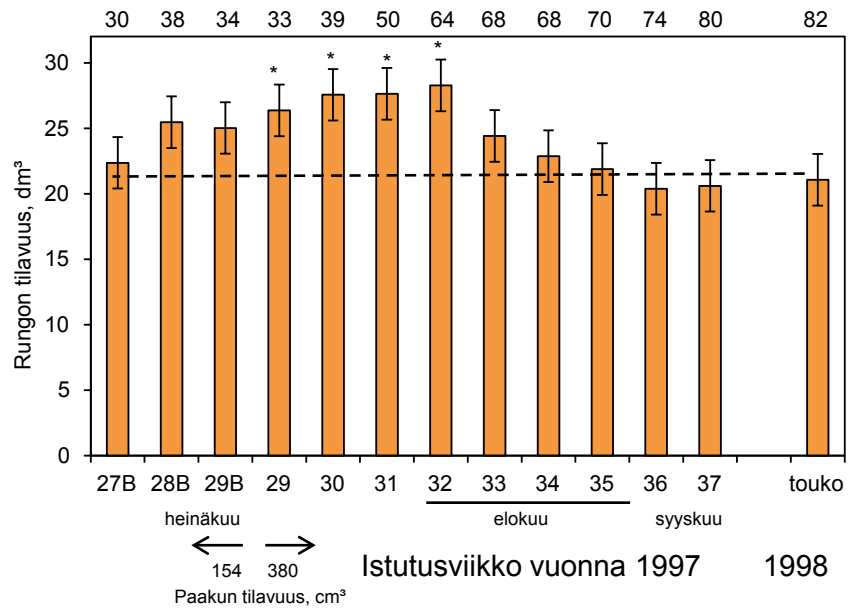


Kuva 1. Koivun paakkutaimien rungon tilavuus kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta Kerimäen istutuskokeilussa. Plantekin PL25-kennostoissa kasvatetut taimet oli istutettu noin kuukauden välein kesäkuun lopulta lokakuun puoliväliin vanhalle pellolle Kerimäellä. Taimien keskipituus (cm) istutettaessa on merkitty pylväiden yläpuolelle. Puut mitattiin vuonna 1999 ja kuvassa esitetään viiden pisimmän puun keskiarvot.

Kokeet mitattiin keväällä 2008. Kokeista mitattiin puiden pituus ja rinnankorkeusläpimitta, sekä arvioitiin tuhoja ja puiden kuntoa. Taimien tilavuus laskettiin mittaustulosten perusteella jokaisen ruudun viidelle pisimmälle puulle, jotta mahdollisen ylitiheän kasvatusasennon vaikutus tulokseen olisi ollut mahdollisimman vähäinen. Etenkin Suonenjoen kokeessa, jossa vain joka toinen oli poistettu kymmenenteen vuoteen mennessä, puiden liian tiheä kasvatusasento lienee vaikuttanut jonkin verran tuloksiin.

Kesäkoivut kasvavat erityisesti paksuutta

Kokeissa havaittiin joitakin hirven aiheuttamia tuhoja ja jonkin verran monilatvaisuutta. Istutusajankohtien välillä ei ollut eroja tuhojen osalta. Suonenjoen koe oli perustettu hieman karummalle paikalle ja kasvatustiheys oli suurempi, joten siellä puut olivat kymmenen vuoden kuluttua hieman lyhyempiä (7,9–9,7 m) ja ohuempia (5,5–7,4 cm) kuin Lapinlahden peltokohteella (pituus 9,5–10,7 m; läpimitta 7,0–8,3 cm). Istutusajankohtien väliset erot olivat molemmilla kokeilla samansuuntaiset: puiden pituudessa ei havaittu suuria eroja (9,7–10,5 m), mutta heinäkuussa istutetut taimet olivat paksumpia (8,0 cm) rinnankorkeudelta ja niiden tilavuus oli suurempi kuin elo-syyskuussa tai seuraavana keväänä (läpimitta 7,3 cm) istutetuilla taimilla (kuva 2). Oikarisen (1983) kasvumalleissa rauduskoivun pituus kymmenen vuoden iässä pituusboniteetilla 28, joka vastaa pellon metsityskohteita (OMaT), oli 8,5 m ja tilavuus 24 m³/ha. Niemistön ja Hytösen (2008, kuva 5.8) mukaan



Kuva 2. Kesällä istutettujen koivun paakutaimien rungon tilavuus kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta. Kuvaan on yhdistetty Suonenjoelle ja Lapinlahdelle vuonna 1997 kesällä ja syksyllä sekä 1998 keväällä perustettujen kokeiden viiden pisimmän puun tilavuudet istutusajankohdittain kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta. Kokeessa istutettiin kolmella ensimmäisellä kerralla (kesäkuun lopulta heinäkuun toiselle viikolle) Blockplantin 154 cm³ paakuissa kasvatettuja koivun taimia. Heinäkuun toiselta viikolta eteenpäin istutettiin Plantekin 380 cm³ paakuissa kasvatettuja taimia. Pylväiden yläpuolelle on merkitty taimien keskimääräiset istutuspituudet istutusviikoittain. Katkoviivalla on merkitty keväällä lehdettöminä istutettujen taimien rungon tilavuus. * merkintä kuvaa tilastollisesti merkitsevät erot kevätistutukseen verrattuna.

istutetun rauduskoivun valtapituus kymmenen vuoden iällä olisi noin 8,5 m. Tässä raportoiduissa kokeissa koivujen valtapituus oli siis 1–2 m aiemmissa raporteissa ilmoitettua suurempi.

Johtopäätös

Pohjois-Savoon perustettujen, tilastollisen testauksen mahdollistavien kokeiden tulos siis vahvistaa Kerimäen kokeilun tuloksen: kesällä lehdellisenä istutettujen taimien parempi alkuvuosien kasvu merkitsee paksumpia puita myös jatkossa. Kymmenen vuoden kuluttua kesällä istutettujen taimien

runkojen keskitilavuus oli 4–7 dm³ (16–35 %) suurempi kuin keväällä tai syyskuussa istutetuilla taimilla.



Kirjallisuus

- Luoranen, J., Rikala, R., ja Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18(2): 133–144.
- Niemistö, P. ja Hytönen, J. 2008. Koivun istutus. Kirjassa: Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.). Koivun kasvatusta ja käyttöä. Metla ja Metsäkustannus. ss. 79–83.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 113. 75 s.

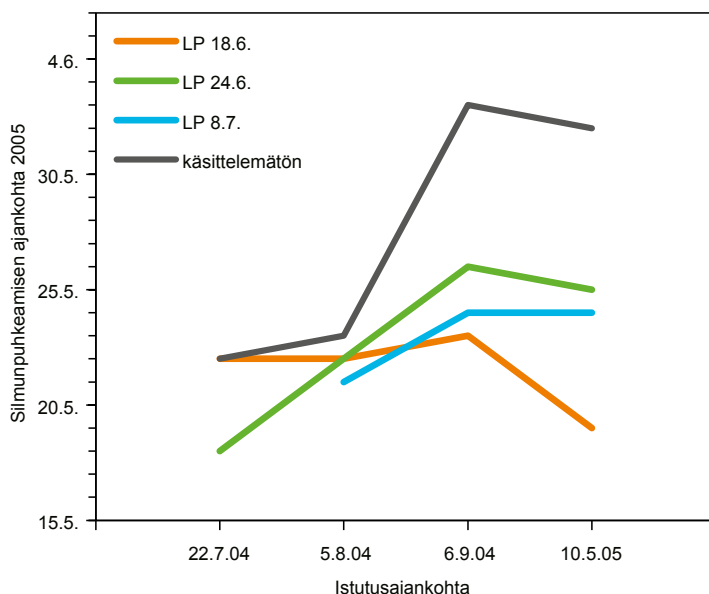
Lyhytpäiväkäsittely ja kesäistutus aikaistavat kuusen taimien silmujen puhkeamista

JAANA LUORANEN | LUKE

LP- ja kesäistutuskokeita Suonenjoella

Suonenjoella tutkittiin varhaisten lyhytpäivä- (LP) käsittelyiden vaikutusta toista vuotta kasvavien kuusen taimien jälkikasvuriskiin ja pakkaskestävyyteen taimitarhalla sekä LP-käsittelyn ja istutusajankohdan vaikutuksia jälkikasvuriskiin, silmun puhkeamiseen ja maastomenestymiseen istutuksen jälkeen. Jälkikasvuriskiä ja pakkaskestävyyttä selvitettiin

kolmena vuonna useammassa kokeessa, joissa oli useita kylvöajankohtia ja LP-käsittelyn aloitusajankohtia. Taimia oli kylvetty toukokuun 10. ja kesäkuun 20. päivän välillä. Joissakin käsittelyissä taimet siirrettiin toisen vuoden keväällä muovihuoneeseen ennen LP-käsittelyn alkua. LP-käsittelyt ajoittuivat kesäkuun 18. ja heinäkuun 11. päivän välille ja ne kestivät yleensä kolme viikkoa. Koetaimista seurattiin taimien kasvun päättymistä, silmun muodostumista, jälkikasvua sekä karaistumista. Yhden kylvöerän taimia myös istutettiin entiselle taimitarhakentälle (22.7., 5.8., 6.9. ja 10.5.) taimitarhaseurannan lisäksi. Tuossa erässä kolmen viikon mittaiset LP-käsittelyt oli aloitettu 18.6., 24.6. tai 8.7. Vertailuksi istutettiin käsittelemättömiä taimia samoina ajankohtina. Istutuskokeessa selvitettiin paitsi taimien kasvua myös silmujen puhkeamista istutuksen jälkeen.



Kuva 1. Kesällä 2004 eri ajankohtina LP-käsittelyjen ja kesällä ja syksyllä 2004 sekä keväällä 2005 istutettujen kuusen taimien silmun puhkeaminen keväällä 2005. LP-käsittely kesti kolme viikkoa ja päivän pituus käsittelyn aikana oli 14 tuntia ja yön pituus 10 tuntia.

Varhaisten LP-käsittelyiden jälkikasvuriski istutuksen jälkeen vähäinen

Kaikki LP-käsittelyt pysäyttivät taimien kasvun. Taimien jälkikasvuriski vaihteli käsittelyittäin ja vuosittain. Kahden viikon LP-käsittely oli selvästi liian lyhyt ja jälkikasvuja kehittyi taimiin paljon enemmän kuin kolmen viikon LP-käsittelyssä. Tulosten perusteella pystyttiin muodostamaan seuraavanlainen sääntö toisella vuodella olevien kuusen taimien jälkikasvuriskistä: jos LP-käsittelyn alkuun mennessä oli lämpösummaa kertynyt vähemmän kuin 300 d.d. tai LP-käsittelyn lopun ja elokuun puolivälin välisenä aikana enemmän kuin 450 d.d.,

jälkikasvun riski kasvoi selvästi taimitarhalla edelleen kasvavilla taimilla. Taimien siirtäminen muovihuoneeseen keväällä ennen LP-käsittelyä lisäsi lämpösummaa ja näin vähensi taimien jälkikasvuriskiä.

Istutuskokeessa jälkikasvua esiintyi vain 18.6. aloitetun LP-käsittelyn taimilla, eikä tämäkään ero ollut tilastollisesti merkitsevä muihin LP-käsittelyihin tai käsittelemättömiin taimiin verrattuna. Saman kasvatuserän taimitarhalle jääneille taimille muodostui jälkikasvuja enemmän. Kylvövuoden taimilla tehdyssä Konttisen ja Rikala (2006) kokeessa saatiin samansuuntainen tulos: kevättalvella kylvetyillä ja kesä-heinäkuussa LP-käsittelyillä taimilla jälkikasvu oli istutetuilla taimilla huomattavasti vähäisempää kuin taimitarhalle jääneillä taimilla.

Kesäkuun loppupuoliskolla aloitetut LP-käsittelyt paransivat taimien pakkaskestävyyttä syyskuun alkupuolelle saakka, mistä eteenpäin pakkaskestävyysero hävisi käsittelemättömiin taimiin verrattuna.

Silmun puhkeaminen aikaistuu ja kasvu paranee

Istutuskokeessa heinä-elokuussa istutettujen taimien silmut puhkesivat seuraavana keväänä LP-käsittelystä riippumatta 6–10 päivää aiemmin kuin syyskuussa tai vasta keväällä istutettujen tai-

mien silmut (kuva 1). Kuitenkin syksyllä ja keväällä istutetuilla taimilla LP-käsittely aikaistoi silmun puhkeamista käsittelemättömiin taimiin verrattuna. Saadut tulokset vahvistavat aiempia tuloksia, joissa heinäkuussa tehtyjen LP-käsittelyiden jälkeen sekä kesäistutus- että LP-käsittely aikaistivat silmun puhkeamisen alkamista 3–7 vuorokaudella (Rantanen ja Luoranen 1998).

Keväällä havaittiin puhkeamattomia silmuja kaikissa käsitellyissä. Kolmen vuoden kuluttua istutuksesta heinä-elokuussa istutetuilla taimilla oli enemmän monilatvaisuutta kuin syys- tai toukokuussa istutetuilla taimilla. LP-käsitellyt ja käsittelemättömät taimet eivät tässä suhteessa eronneet. Aiemmin Konttisen ja Rikalan (2006) kokeissa LP-käsitellyillä taimilla oli enemmän puhkeamattomia silmuja kuin käsittelemättömillä taimilla käsitelyä seuraavana keväänä.

Istutuksen jälkeen kesällä istutetut taimet kasvoivat paremmin kuin syksyllä tai keväällä istutetut taimet käsittelystä riippumatta.

Johtopäätökset

Kolmen viikon mittaisilla varhaisilla LP-käsittelyillä voidaan tuottaa taimia heinäkuun lopun ja elokuun alun istutuksiin. Tällaiset taimet kestävät halloja syyskuun ensimmäisiin päiviin asti käsittelemättömiä taimia paremmin.

Kokeessamme taimia istutettiin entiselle taimitarhakentälle, missä kesäkuun loppupuolella aloitetujen LP-käsittelyjen taimilla oli vain niukasti jälkikasvuja. Seuraavana keväänä taimet puhkaisivat kuitenkin silmunsa syys- ja keväistutusten taimia aiemmin ja altistuivat näin herkemmin keväthalloille. Kesällä istutettujen taimien parempi pituuskasvu myöhempinä vuosina saattaa johtua aiemmasta silmun puhkeamisesta. Toisaalta aiempi silmun puhkeaminen saattoi aiheuttaa myös taimien monilatvaisuutta.



Artikkeli perustuu seuraaviin julkaisuihin

Luoranen, J., Konttinen, K. ja Rikala, R. 2009. Frost hardening and risk of a second flush in Norway spruce seedlings after an early-season short-day treatment. *Silva Fennica* 43(2): 235–247. <http://dx.doi.org/10.14214/sf209>

Luoranen, J. ja Rikala, R. 2015. Post-planting effects of early-season short-day treatment and summer planting on Norway spruce seedlings. *Silva Fennica* vol. 49 no. 1 article id. 1300. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1300>

Kirjallisuus

Konttinen, K. ja Rikala, R. 2006. Kuusentaimia kesäistutukseen – kylvö kevättalvella ja istutus heinäkuussa? *Taimiuutiset* 4/2006: 5–8.

Rantanen, A. ja Luoranen, J. 1998. Lyhytpäiväkäsitelyjen kuusen paakkutaimien syysistutus. Poteri, M. (toim.). *Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Met-säntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 696: 71–80.

Lyhytpäiväkäsittely ohentaa silmusuomukerrosta: miten käy taimien pakkaskestävyyden?

SIRKKA SUTINEN, JAANA LUORANEN, LAURI HAATAJA, JOHANNA RIIKONEN JA RISTO RIKALA | LUKE

Taustaa

Taimitarhoilla käytetään yleisesti lyhytpäiväkäsittelyä (LP-käsittely). Sen avulla pysäytetään taimien pituuskasvu ja aikaistetaan karautumista, jolloin taimet kestävät paremmin syyshalloja ja pakkasvarastointia. Haittapuolena on pidetty LP-käsiteltyjen taimien aikaistunutta silmunpukkeamista seuraavana keväänä, jolloin taimet saattavat altistua kevähhalloille.

Kuusen taimen kasvuun lähtö riippuu kevään lämpötiloista. Verson aihe silmun sisällä aloittaa kasvun ja neulasaiheiden muoto muuttuu, jolloin ne pitenevät jo ennen kuin lämpösummaa ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) alkaa kertyä (Luoranen ym. 2010). Verson aiheen muutokset tapahtuvat siis huomattavasti en-

nen silmin havaittavaa silmun turpoamista. Aiemmassa kokeessamme LP-käsiteltyjen kuusen taimien pakkaskestävyys alkoi heiketä jo ennen silmin havaittavaa silmun turpoamista (Luoranen ym. 2010).

Verson aiheen kasvu näkyy silmun turpoamisena ja on suoraan riippuvainen kertyneestä lämpösummasta. Jonain lumettomana keväänä jo huhtikuun alussa voi olla varsin lämmitä ja verson aihe alkaa venyä. Nämä lämpökaudet aikaistavat silmun puhkeamista, mikä altistaa silmun ja taimen Suomessa yleisille kevähhalloille.

Tutkimuksessamme pyrimme selvittämään, miten LP-käsittely vaikuttaa taimien kasvun käynnistymiseen ja pakkaskestävyyteen. Kokeessa seurattiin LP-käsiteltyjen

ja käsittelemättömien kuusen taimien silmujen kehittymistä kasvihuoneessa keväällä pakkasvarastoinnin jälkeen ja mitattiin taimien pakkaskestävyyttä lämpösummakehityksen eri vaiheissa.

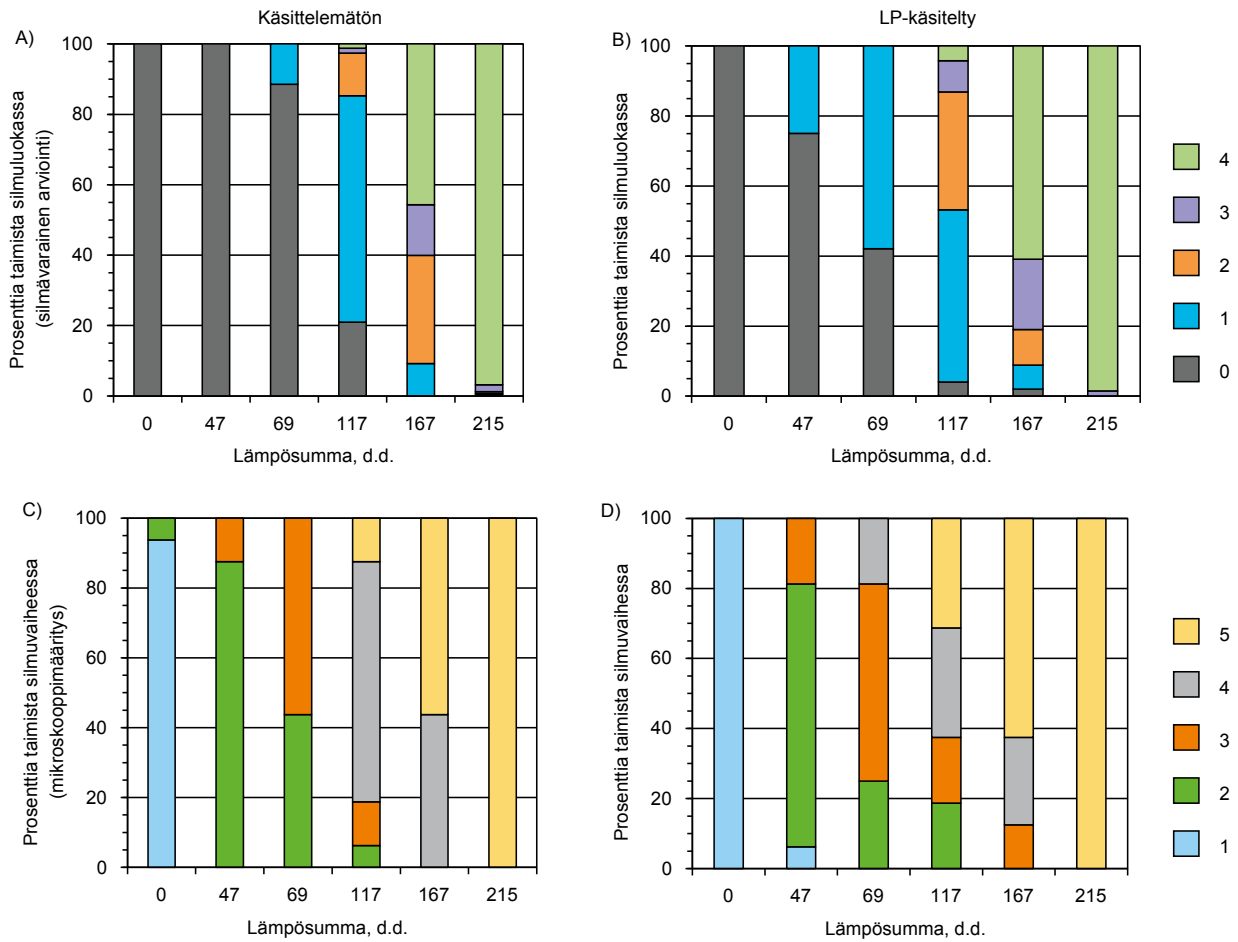
Altistustestejä Suonenjoella

Kokeessa käytettiin paikallisen alkuperän metsikkökeräyssiemenestä kasvatettuja kaksivuotiaita (kylvö 13.6.2008) kuusen paakutaimia. Taimet LP-käsiteltiin toisena vuotena 20.7.-10.8.2009, jolloin päivänpituus lyhennettiin 12 tuntiin. Käsittelemättömät vertailutaimet pidettiin luontaisessa päivänpituudessa. Muutoin taimia kasvatettiin samalla tavalla nor-



Kuva 1. Kuusen taimia valmiina pakkasaltistukseen (vas.) ja samat taimet altistuksen ja kolmen viikon kasvatuksen jälkeen (oik.). (valokuvat Luke/Erkki Oksanen)





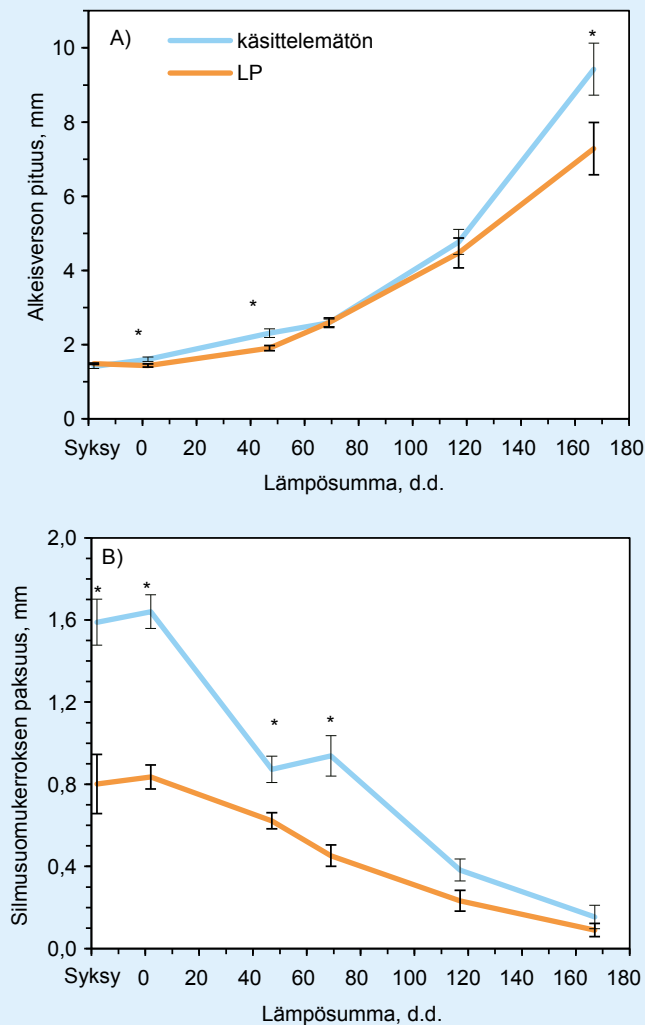
Kuva 2. Kaksivuotiaiden käsittämättömien (A, C) ja lyhytpäivä- (LP-) käsiteltyjen (B, D) kuusen paakkutaimien silmunpuhkeamisluokat eri lämpösommavaiheissa. Kuvissa A ja B on esitetty silmämääräiseen, silmien ulkoisen tilan arviointiin perustuvat taimien osuudet eri silmunpuhkeamisluokissa ja kuvissa C ja D mikroskooppitarkasteluun perustuvat osuudet eri luokissa. Silmämääräisessä tarkastelussa käytettiin seuraavia luokkia: 0 lepotilainen silmu, 1 silmu turvonnut hieman, 2 silmusuomut läpikuultavat, 3 silmusuomut repeytyneet, 4 silmu puhjennut tai verso kasvussa. Mikroskooppitarkastelussa luokituksena oli seuraava: 0 silmu talvitilassa (ei tavattu tässä aineistossa), 1 alkeisneulasten kärjet alkavat terävöityä, 2 alkeisneulaset alkavat venyä ja peittää kärkikasvualueetta, verson aiheen kasvu on alkanut, 3 ensimmäisiä merkkejä silmusuomujen harottamisesta, varren aihe ja alkeisneulaset kasvavat, 4 silmusuomut harottavat ja varren aiheen ja neulasten kasvu voimakasta, 5 silmu puhjennut.

maalien taimitarharutiinien mukaisesti. Lokakuun lopulla taimet pakattiin pahvilaatikoihin kevään kokeita varten niin, että samaan laatikoon tuli sekä LP-käsiteltyjä että käsittämättömiä taimia. Pakatut taimet pakkasvarastoitiin -3°C:ssa seuraavaan kevääseen.

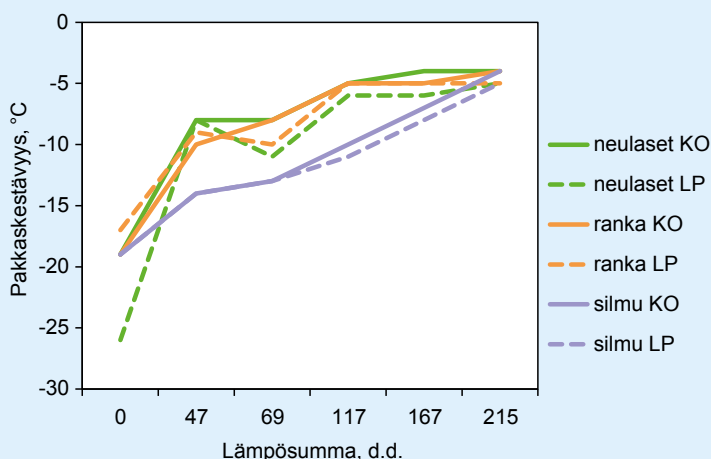
Keväällä 2010 taimet sulatettiin +5 °C:ssa. Sulatuksen jälkeen taimia kasvatettiin kasvatuskaapeissa +15/7 °C:ssa ja 17 tunnin päivässä ja 7 tunnin yössä tavoitelämpösummien kertymiseen saakka seuraavasti: 47 d.d. (7

vrk), 69 d.d. (9 vrk), 117 d.d. (16 vrk), 167 d.d. (28 vrk) ja 215 d.d. (35 vrk). Lisäksi taimet, joiden haluttiin pysyvän lepotilassa (0 d.d.), otettiin pakkasteisiin suoraan sulatuksen jälkeen, eli niille ei kertynyt lämpösomua. Em. tavoitelämpösummissa kaikkien taimien silmien turpoamisaste määritettiin silmävaraisesti sekä 10 taimesta mikroskooppisesti, jonka jälkeen taimet altistettiin pakkaskestävyyden määrittämiseksi testauskaapeissa kahdeksaan pakkaslämpötilaan (kuva 1).

Pakkasaltistuksen jälkeen taimia kasvatettiin kolme viikkoa lämmitetyssä kasvihuoneessa +20°C/17°C ja 18 tunnin päivässä ja 6 tunnin yössä (kuva 1). Tämän jälkeen määritettiin silmun kunto joko kuolleeksi tai eläväksi (vihreä verson aihe). Lisäksi neulasvauriot arvioitiin silmämääräisesti 10 prosentin luokissa ruskettuneiden, kellastuneiden tai karisseiden neulasten osuutena neulasten kokonaismäärästä. Ranka määritettiin vaurioituneeksi, jos halkaisupinnan nila- ja jälsikerros oli osittain



Kuva 3. Halkaistaista ja valokuvatuista silmuista mitatut silmun alkeisverson pituudet sekä silmusuomukerroksen paksuus eri lämpösummavaiheissa. Tähdellä (*) on merkitty käsittelyjen välinen tilastollisesti merkitsevä ero eri lämpösummavaiheissa.



Kuva 5. Kaksivuotiaiden kuusen paakutaimien silmujen, rangan ja neulasten pakkaskestävyys eri lämpösummavaiheissa LP-käsitellyillä (LP) ja käsittelemättömillä (KO) taimilla.

tai kokonaan muuttunut vaalean vihreästä ruskeaksi tai kellertäväksi. Kullekin taimen osalle laskettiin pakkaskestävyys erikseen kussakin lämpösumma- ja silmunpuhkeamisvaiheessa. Pakkaskestävyysarvona käytettiin sitä lämpötilaa, jossa 50 %:ssa taimista päätesilmu oli vaurioitunut tai 50 % taimista havaittiin vaurioita rangassa tai neulasissa.

LP-taimilla silmut turpoavat aikaisemmin

Silmämääräisesti tarkasteltuna LP-käsiteltyjen taimien silmujen turpoaminen alkoi alhaisemmilla lämpösummakertymillä kuin käsittelemättömillä taimilla (kuva 2). Sitä vastoin mikroskooppitasolla verson aiheen kasvu oli kaikissa lämpösummissa voimakkaampaa käsittelemättömien kuin LP-käsiteltyjen taimien silmuissa. Tilastollisesti eroja oli kuitenkin vain 0 ja 47 d.d. lämpösummien kohdalla (kuva 3).

LP-käsittely vaikuttaa silmusuomuihin

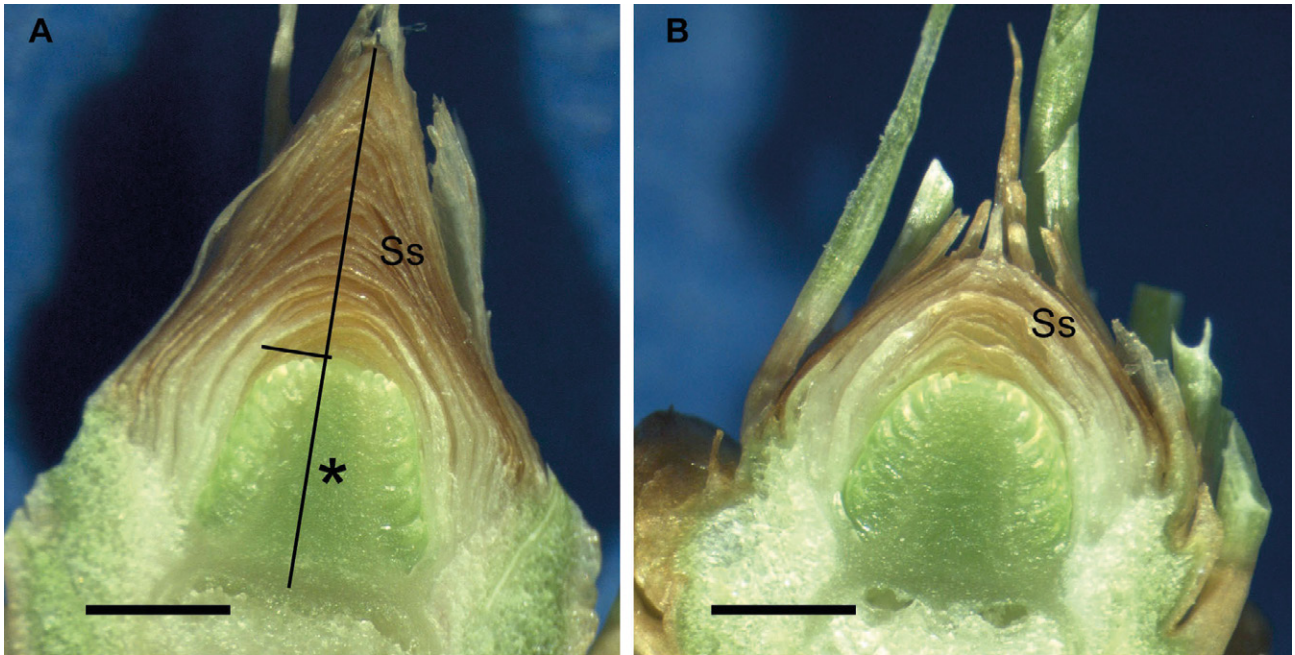
Silmujen rakenteessa havaittiin ennen tuntematon piirre. Silmusuomujen muodostama kerros verson aiheen ympärillä oli LP-taimissa merkitsevästi ohuempi kuin käsittelemättömissä taimissa (kuvat 3 ja 4). Lisäksi LP-taimien silmujen pituus ja paksuus olivat pienemmät kuin käsittelemättömissä taimissa.

LP-käsittely vaikuttaa pakkaskestävyyteen vain vähän keväällä

Pakkasestit osoittivat, että vain neulasten pakkaskestävyydessä oli eroja. LP-käsiteltyjen taimien neulaset olivat kestävämpiä 69 d.d. lämpösummaan asti kuin käsittelemättömien taimien neulaset. Lisäksi todettiin, että neulasten ja rangan pakkaskestävyys heikkeni jyrkästi välillä 0–47 d.d., jonka jälkeen pakkaskestävyys aleni tasaisemmin. Silmujen pakkaskestävyys aleni tasaisesti sekä LP-käsitellyillä että käsittelemättömillä taimilla lämpösumman lisääntyessä (kuva 5).

Päätelmät

Silmujen aikaistunut silmämääräinen turpoaminen on yleisesti tunnettua LP-käsitellyillä taimilla, samoin neulasten parempi pakkas-



Kuva 4. Käsittelemättömän (A) ja lyhytpäivä- (LP-) käsitellyn (B) kuusen paakkutaimen halkaistu silmu syksyllä ennen pakkasvarastoon siirtämistä. Kuvaan A on merkitty koko silmun pituuden ja poikkiviivalla silmun aiheen (*) mittauskohdat. Silmusuomuja (Ss) on huomattavasti ohuempi kerros LP-käsitellyssä (B) kuin käsittelemättömässä (A) taimessa. Janan pituus kummassakin kuvassa on 1 mm. (valokuvat Sirkka Sutinen)

kestävyys. Se tosiasia, että LP-käsittely ei vaikuttanut silmujen pakkaskestävyyteen, liittyy verson aiheen kasvuun. Verson aiheen johtosolukko on silmussa se osa, josta pakkaskestävyys on riippuvainen: mitä pidemmäksi verso venyy, sitä kehittyneempi on myös sen johtosolukko ja sitä enemmän siihen kulkeutuu vettä. Verson aiheen kasvu oli alkanut jo ennen kuin 47 d.d.:tä oli saavutettu ja se jatkui sen jälkeen samaan tahtiin sekä LP-käsitellyillä että käsittelemättömillä taimilla. Tämä selittää sen, että silmujen pakkaskestävyydessä ei havaittu eroja käsittelyjen välillä.

Neulasten ja rangan pakkaskestävyyden jyrkkä aleneminen lämpösumman kerääntymisen alkuvaiheessa liittyy koko taimen fysiologian muuttumiseen: silmun keväinen kehitys alkaa varhain keväällä ja siinä vaiheessa, kun silmun johtosolukko on lähes valmis (isoilla puillakin huhtikuun loppupuolella), alkaa silmun jatkokehitys olla riippuvainen edellisen vuoden neulasista ja varresta. Jotta

neulasit ja varsi voivat toimittaa tarvittavan veden ja ravinteet kasvavaan versoon, on niissä siirryttävä aktiiviseen toimintaan, mikä merkitsee pakkaskestävyyden alenemista.

Uusi havainto silmusuomukeroksen ohuudesta LP-käsitellyillä taimilla voi osaltaan selittää sen, miksi LP-käsittely aiheuttaa aikaistuneen silmunpuhkeamisen. Verson aihe kasvaa pituutta samaan tahtiin sekä LP-käsitellyillä että käsittelemättömillä taimilla, joten LP-käsiteltyjen taimien ohut silmusuomukerros antaa periksi ja repeytyy aiemmin kuin käsittelemättömien taimien paksu silmusuomukerros. Tämä johtaa siihen, että pakkaselle herkkä uusi verso on suoraan kosketuksissa kylmään kevätilmaan, kun taas käsittelemättömissä taimissa on vielä jäljellä suojaava suomukerros.

Koska nyt esitetyssä tutkimuksessa silmusuomuja oli huomattavasti ohuempi kerros LP-käsitellyissä taimissa kuin käsittelemättömissä taimissa ja koska silmusuomukerrostien paksuus

näytti liittyvän silmujen silmin havaittavaan puhkeamisnopeuteen ja siten mahdolliseen pakkasensietokyvyn alenemaan, olemme tutkineet ilmiötä lisää ja raportimme tuloksista tarkemmin niiden valmistuttua.



Kirjallisuus

Luoranen, J., Sutinen, S. ja Rikala, R. 2010. Predicting spring frost sensitivity by bud development and temperature sum in Norway spruce seedlings. *Trees* 24: 808–817.

LED-tekniikka soveltuu koulintataimien kasvatukseen

JOHANNA RIIKONEN | LUKE

Taustaa

Valo on yksi tärkeimmistä kasvien kasvua ja kehitystä ohjaavista tekijöistä. Valon voimakkuus, laatu (eri aallonpituusalueiden keskinäiset suhteet) ja valojakson pituus vaikuttavat fotosynteesin määrään ja kasvien kasvuun, rakenteeseen ja kasvurytmiin. Valon voimakkuuden vaikutus taimien kasvuun tunnetaan melko hyvin. Alhainen valotaso aiheuttaa pituuskasvun lisääntymistä läpimittakasvun kustannuksella, ja taimen kuivapaino voi jäädä alhaiseksi. Erilaisten kasvatusvalojen soveltuvuutta metsäpuiden taimituotantoon on toistaiseksi tutkittu vain vähän. Perustietoa eri aallonpituusalueiden merkityksestä kasvien kasvuun ja kehitykseen on kuitenkin

Kuva 1. Koulinnan yhteydessä kuvattuja 5,5 viikon ikäisiä männyn taimia. Kuvan taimet kasvoivat LED1-käsitteilyssä (25 % sinistä ja 75 % punaista säteilyä). (valokuva Pekka Voipio)

saatavilla. Sininen ja punainen säteily on tehokkainta fotosynteesin ylläpitämisessä, mutta kasvi saa tärkeää tietoa ympäristöstään myös muiden aallonpituusalueiden välityksellä. Erityisesti kaukopunaisen säteilyn määrä ja sen suhde punaisen säteilyn määrään ohjaa kasvun suuntautumista kasvissa ja säätelee sen vuorokausi- ja vuodenaikaisrytmiä.

Suonenjoen toimipaikassa testattiin kuusen ja männyn koulintataimien kasvatusta erilaisilla kasvatusvaloilla siten, että valon laatua muutettiin valon määrän pysyessä vakiona. LED-tekniikan avulla taimia esikasvatettiin sinisen, punaisen ja kaukopunaisen valon erilaisissa yhdistelmissä, ja verrokkina käytettiin suurpainenatriumlamppuja (HPS). Taimia kasvatettiin ensin pienikokoisissa alkupaakuissa lämmityksessä kasvihuoneessa. Alkupaakut koulittiin isompiin paakkuihin ja kasvatettiin istutukseen saakka taimitarhalla. Kokeen tarkoituksena

oli selvittää, onko LED-tekniikan avulla mahdollista kasvattaa laadukasta koulintamateriaalia.

Koulintamateriaalin kasvatusta LED-valoilla

Paikallista alkuperää olevat kuusen ja männyn siemenet kylvetettiin 20.3.2014 hienojakoisella kasvualustaseoksella (Novarbo C1L 70/30 Vaalea ja tumma rahkaturve) täytettyihin kennostoihin (kuusi: Plantek 576, 4.3 cm³/paakku, 3885 taimea/m²; mänty Zaaitray 828, 4 cm³/paakku, 3730 taimea/m²). Taimet idätettiin lämmitetyssä kasvihuoneessa luonnonvalossa, ja ne siirrettiin neljään eri valokäsittelyyn noin viikon itämisaajan jälkeen (taulukko 1). Valokäsittelyt annettiin tankomaisilla LED-valaisimilla, jotka tuottivat sinistä, punaista ja kaukopunaista säteilyä eri suhteissa (Kasvua Oy, 60 W). Verrokkina käytettiin suurpainenatriumlamppuja (HPS, Philips, 400 W).





Valokäsittelyt järjestettiin kasvihuoneen pöydillä, jotka eristettiin toisistaan ja auringon valosta valkoisella muovilla. Kasvuolosuhteet olivat seuraavanlaiset: Päivän pituus 20 h, lämpötila 20/18 °C päivä/yö, ja valotaso noin 250 $\mu\text{mol PAR m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (4000-4500 lx). Taimien koulinnat aloitettiin, kun taimen juuristo alkoi sitoa alkupaakun, kuusen taimilla 6,5 viikon ja männyn taimilla 5,5 viikon jälkeen kylvöstä (kuva 1). Taimet koulittiin PL81F-kennostoihin (kuva 2), ja niitä kasvatettiin luonnonvalossa ensin muovihuoneessa ja sitten ulkokentällä 22.8.2014 tarhapellolle tapahtuneeseen istutukseen saakka.

Valon laadulla on merkitys koulintataimen kasvuun

LED-valaisimien alla kasvaneiden kuusten ja mäntyjen taimet olivat lyhyempiä (kuvat 3 ja 4) ja tanakampia kuin suurpainenatriumlamppujen alla kasvaneet taimet. Kuusella käsittelyt eivät muuttaneet eri ositteiden kuivapainoja, mutta männyllä eniten

sinistä säteilyä (55 %) sisältänyt LED-valokäsittely tuotti kuivapainoltaan pienimmät taimet (kuva 4). Kummallakaan lajilla kasvatusvalon laatu ei vaikuttanut rangan läpimittaan, juurten kuivapainoon tai juuriverso-suhteeseen.

Elokuussa tehdyt mittaukset osoittivat, että erilaisissa kasvatusvaloissa kasvaneiden taimien väliset erot pituuden, tanakkuuden ja kuivapainon suhteen olivat hävinneet kasvukauden aikana (kuvat 3 ja 4).

Johtopäätökset

Valon laatu vaikuttaa taimien kasvuun ja kehitykseen, vaikka valon määrä pysyisi vakiona.

Taulukko 1. Eri aallonpituusalueiden suhteellinen osuus (kunkin aallonpituusalueen fotonien määrä ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{ nm}^{-1}$) suhteessa säteilyn fotonien kokonaismäärään, %) kokeessa käytetyissä valokäsittelyissä.

Käsittely/ valonlähde	Sininen 400–500 nm	Keltavihreä 500–600 nm	Punainen 600–700 nm	Kaukopunainen 700–800 nm
LED1	25	0	70	5
LED2	25	0	75	0
LED3	55	0	45	0
HPS	5	45	40	10

Kuva 2. Männyn taimien koulintaa 28.4.2014, jolloin taimet olivat 5,5 viikon ikäisiä. (valokuva Pekka Voipio)

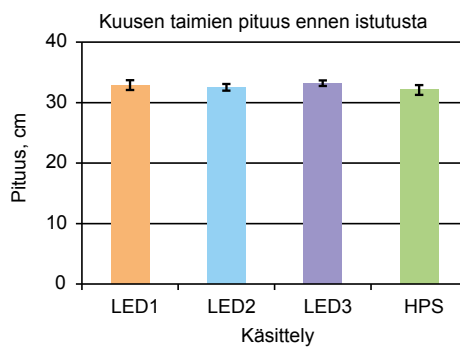
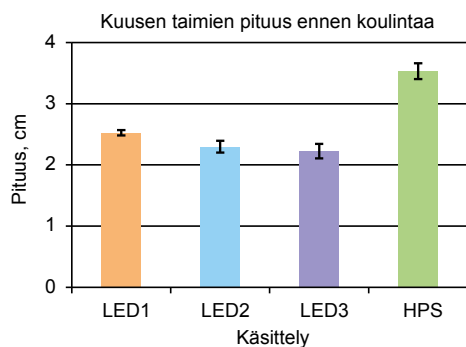
Tässä tutkimuksessa löydettyjen käsittelyerojen suurin selittäjä lienee suurpainenatriumlampun tuottaman säteilyn hyvin erilainen valon koostumus LED-valaisimiin verrattuna, sekä sen aiheuttama ilman ja kasvualustan lämpötilan kohoaminen. Suurpainenatriumlamppu tuottaa runsaasti keltavihreää säteilyä, jota kasvit eivät pysty hyödyntämään tehokkaasti yhteytykseen. Suurpainenatriumlamppujen tuottaman säteilyn alhainen sinisen valon ja korkea kaukopunaisen valon osuus puolestaan muistuttaa luonnossa

latvuston alla vallitsevia valo-olosuhteita; yläpuolella oleva lehvästö käyttää sinisen valon tehokkaasti yhteytykseen, kun taas pidempi-aaltoinen kaukopunainen säteily läpäisee kasvuston aina pohjalle saakka. Tällaisissa olosuhteissa kasvien pituuskasvu usein kiihtyy niiden pyrkiessä kasvamaan kohti valoa. Näin tapahtuu etenkin varjo-olosuhteita karttavilla lajeilla kuten männyllä.

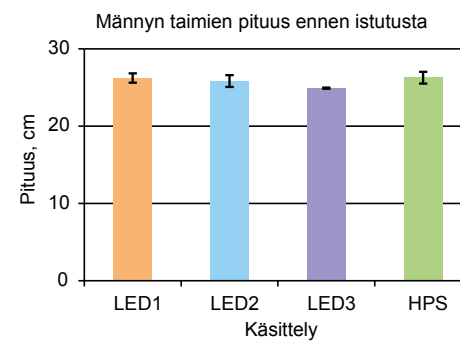
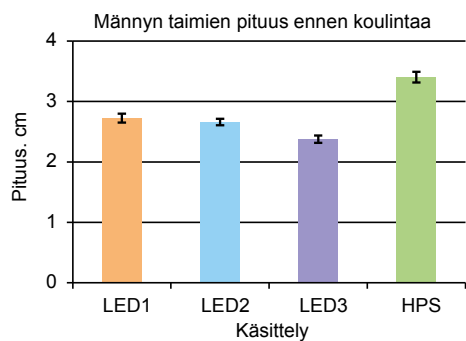
Kirkkaana kesäpäivänä auringon säteily sisältää paljon sinistä ja punaista säteilyä. Sinisen valon

tiedetään vähentävän rangan pituuskasvu ja neulasten ja lehtien laajenemista monilla kasvilajeilla. Tästä syystä ne männyn taimet, joiden kasvatusvalo sisälsi runsaimmin sinistä valoa (55 %) jäivät selvästi lyhyemmiksi ja myös kuivapainoltaan pienemmiksi muissa käsittelyissä kasvaneisiin taimiin verrattuna. Kasvatusvalon sinisen valon osuutta kasvattamalla voidaan siis tarvittaessa hillitä taimien pituuskasvu, joskin 25 %:n osuus sinistä valoa kokonaissäteilystä näytti riittävän kasvun ohjaamiseen.

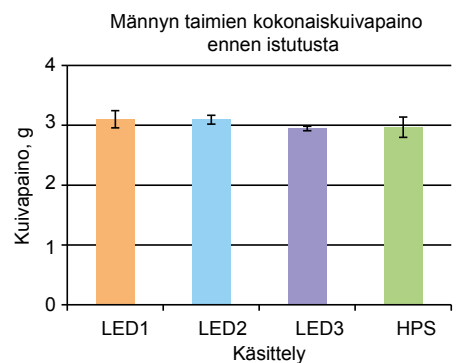
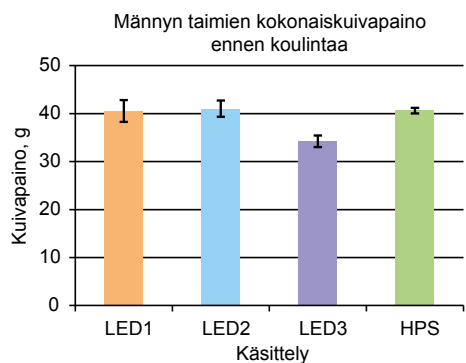
Kasvatusvalon laadulla saatiin aikaiseksi kasvueroja taimien välille jo 5–6 viikon alkukasvatuksen aikana, mutta erot hävisivät muovihuone-avomaa -kasvatuksen aikana. Ensimmäisen istutuksen jälkeisen talven jälkeen eri käsittelyissä kasvatettujen taimien välillä ei ole silmämääräisesti havaittavia eroja ulkoilmassa tai kunnossa, joten alustavien tulosten mukaan kaikki kokeessa käytetyt valokäsittely soveltuivat koulintataimien kasvattamiseen.



Kuva 3. Erilaisen kasvatusvalon alla koulintaan saakka kasvatettujen kuusen taimien pituus (\pm keskivirhe) mitattuna juuri ennen koulintaa (5.5.2014) ja ennen istutusta tarhapelolle (22.8.2014). Taimet kasvoivat luonnonvalossa koulinnan jälkeen.



Kuva 4. Erilaisen kasvatusvalon alla koulintaan saakka kasvatettujen männyn taimien pituus ja kokonaiskuivapaino (\pm keskivirhe) mitattuna ennen koulintaa (28.4.2014) ja ennen istutusta tarhapelolle (22.8.2014). Taimet kasvoivat luonnonvalossa koulinnan jälkeen.



Amerikanhorsman torjunta keväällä kuusen paakkutaimilta

MARJA POTERI | LUKE

METSÄTAIMITARHOILLA loppukesällä ja syksyllä tuulen mukana leviävät rikkakasvien siemenet voivat itää taimipaakkujen pinnalla heti syyskesällä tai siemenet säilyvät itämiskykyisinä talven yli seuraavaan kevääseen. Tällaisia lajeja ovat koivu sekä maito- ja amerikanhorsma.

Paakun pinnalla itäneiden rikkakasvien torjunta onnistuu parhaiten niiden ollessa sirkka-lehtiasteella tai jos kasvulehtiä on kehittynyt vasta vain muutama. Ongelmana on se, että varsinkin horsmien levintäaika syyskesällä voi kestää joitakin viikkoja, jolloin rikkakasvit kasvavat hyvin eri kehitysvaiheissa. Rikkakasvien kemiallista torjuntaa harkittaessa on otettava huomioon myös ruiskutusajankohdan vaatimukset. Lehtien kautta vaikuttavat valmisteet vaativat yleensä, että ilman lämpötila on vähintään 5 °C, mutta usein vaaditaan lähemmäs 10 °C. Syyskuussa voi tämän vuoksi olla vain harvoja soveliaita ruiskutusilmoja, jolloin lämpötila- ja sateetomuusvaatimus täytyvät.

Fenix (tehoaineena aklonifeeni) on hyväksytty metsätaimitarhoilla lepotilassa olevien havupuiden taimien koulinta-aloille. Valmisteella torjutaan rikkakasveja pääasiassa avomaavihannesten viljelyssä ennen tuotantokasvien taimettumista, jolloin rikkakasvit ovat vielä pieniä tai juuri itämässä.

Keväällä 2014 Suomenjoen tutkimustaimitarhalla tehdyssä ruiskutuskokeessa selvitettiin jatkokasvatettavilla eli myöhäisen kylvön ja toisen kasvukauden kuusen PL64-taimilla niiden kestävyttä Fenix-herbisidiruiskutusta vastaan. Ruiskutukset tehtiin nel-

jänä eri ajankohtana huhtikuun lopun ja kesäkuun alun välillä.

Kuusen taimien herbisidikestävyden lisäksi selvitettiin, estääkö valmiste amerikanhorsman itämistä taimipaakkujen pinnalla. Tätä varten horsman siemeniä kylvettiin ruiskutusajankohdan lähellä taimikennostoihin. Itäneet amerikanhorsmat inventoitiin noin kuukauden kuluttua kylvöstä (ja ruiskutuksesta). Lisäksi horsman kasvu määritettiin heinäkuun lopussa punnitsemalla horsmakasvuston kuivamassa.

Kevään oikulliset sääolot

Keväällä 2014 sää vaihteli voimakkaasti. Suomenjoella huhtikuun puolivälissä oli hyvin lämmin jakso, joka viritti kuusen silmuja turpoamaan. Huhti-toukokuun vaihteessa seurasi kylmä hallajakso, jolloin lämpösummaa ei kertynyt kahdessa viikossa kuin 10 d.d.-yksikköä.

Ensimmäinen ruiskutusajankohta oli ennen kylmää jaksoa 25.4.2014, jolloin lämpösummaa oli kertynyt 24–25 d.d. Viimeisen ruiskutuksen aikaan 4.6.2014 kasvu oli jo käynnissä (taulukko 1).

Kokeessa oli kontrollin lisäksi kolmea ruiskutusannosta: 1,0 l/ha, 2,5 l/ha ja 4,0 l/ha vesimäärällä 300 l/ha. Kussakin käsittelyssä oli

kolme kennostoa. Turvepaakun pinta oli kylvön jälkeen peitetty ohuella pikkukivikerroksella.

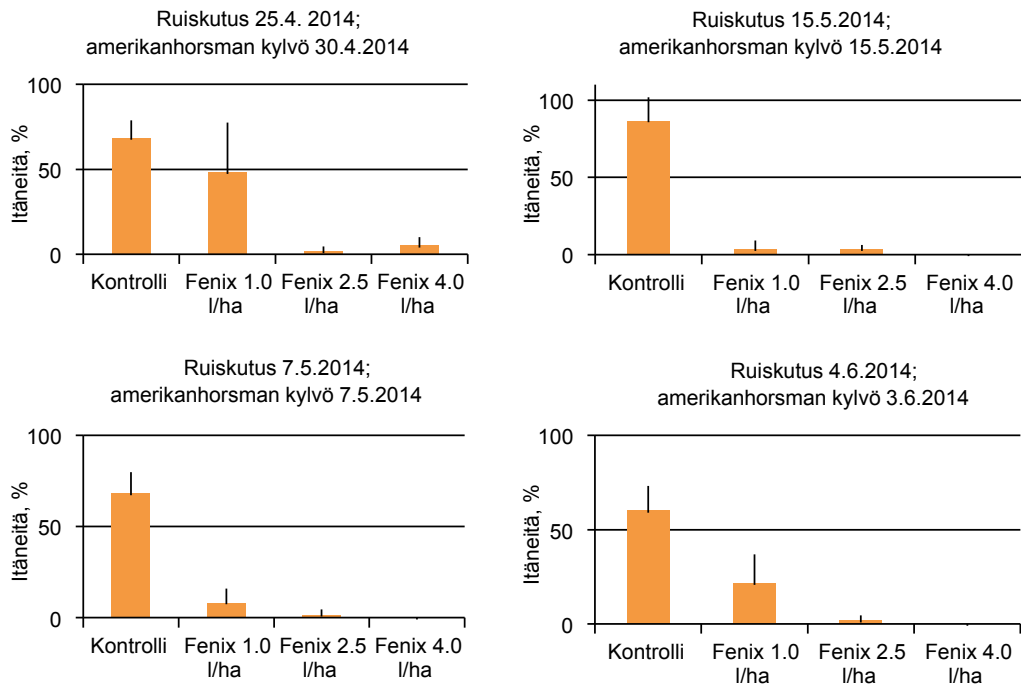
Amerikanhorsman siemeniä kylvettiin 20 kpl kasvatuskennoston keskelle 4x4 taimipaakun alueelle jättäen reunarivit kylvämättä. Ensimmäisellä ruiskutuskerralla kylvö tehtiin 5 päivää ruiskutuksen jälkeen ja seuraavilla kerroilla kylvö tehtiin joko samana päivänä ennen ruiskutusta tai päivää ennen ruiskutusta (taulukko 2).

Horsman siemenistä iti käsittelemättömässä kontrollissa kylvöajankohdasta riippuen 60–87 % (kuva 1). Fenix-käsittelyt vähensivät merkittävästi horsman siementen itämistä. Ainoastaan ensimmäisellä ruiskutuskerralla alhaisimmalla 1,0 l/ha annoksella torjuntateho jäi heikoksi. Ensimmäisessä käsittelyssä amerikanhorsman siemen kylvettiin vasta viisi päivää ruiskutuksen jälkeen, mikä on saattanut vaikuttaa valmisteen tehoon varsinkin, kun ilman lämpötila oli alhainen hyvin viileän sääjakson aikana. On myös mahdollista, että horsman itäminen on ollut heikompaa viileällä sääjaksolla.

Amerikanhorsman ja muiden luontaisesti ruiskutuksen jälkeen kennostoihin tulleiden rikkakasvien kuiva-ainemäärät mitattiin heinäkuun lopussa. Fenix-käsittelyt

Taulukko 1. Fenix-herbisidiruiskutuksen ajankohdat ja lämpösummakertymät (d.d.) Suomenjoen tutkimustaimitarhalla.

Ruiskutusajankohta	Lämpösumma, d.d.	Kuusen silmun kehitysvaihe
25.4.2014	24–25	Lepotilainen – silmu turvonnut
7.5.2014	31	Silmu turvonnut – uudet neulaskärjet näkyvissä
15.5.2014	45	Silmu turvonnut – uudet neulaset hajaantuneet erilleen
4.6.2014	205	Verson pituuskasvu käynnissä



Kuva 1. Kylvetyn amerikanhorsman itävyys (%) Fenix-käsittelyissä eri ruiskutusajankohtina.

olivat alentaneet amerikanhorsman itävyyttä ja samalla kasvuston kuiva-aineen määrää (kuva 2). Samoin käsitellyt vähensivät muiden luontaisesti esiintyneiden rikkakasvien kuiva-ainemassaa, mikä näkyi varsinkin kahdella vahvemmalla ruiskutusannoksella (kuva 3).

Kuusen taimista mitattiin niiden ruiskutuskesän kasvu ja inventoitiin mahdolliset vioitukset, kuten neulasten kellastuminen tai ruskettuminen ja verson epämuodostumat. Ruiskutuskäsittelyt eivät vaikuttaneet taimien kasvuun (kuva 4). Kontrollitaimet ja alhaisimmalla herbisidimäärällä ruiskutetut taimet kasvoivat kuitenkin hieman vähemmän kuin taimet vahvemmissa Fenix-käsittelyissä, mikä johtui todennäköisemmin runsaamman rikkakasvuston aiheuttamasta kilpailusta.

Kuusen taimien vioitukset eivät olleet voimakkaita lukuun ottamatta viimeistä 4.6.2014 ruiskutuskertaa. Näissä taimissa oli palautumatonta neulaskärkien värvioitusta ja verson epämuodostumista, kuten käyrystymistä ja

haaraisuutta, mikä johti taimien hylkäämiseen syyslajittelussa (kuva 5).

Tulosten tarkastelua

Fenix-ruiskutuksilla voitiin torjua amerikanhorsman siementen itämistä, kun käytettiin 2,5 l/ha annosta, joka on lepotilaisille paljasjuuritaimille suositeltu maksimiannos. Hieman parempi teho amerikanhorsmaan saatiin kuitenkin tätä suuremmalla annoksella 4,0 l/ha. Fenixin käyttöohjeessa mainitaan härkäpapu, jolla ennen kasvien taimettumista on käytölle annettu maksimimääräksi 3,5 l/ha. Tätä voitaneen pitää valmisteen enimmäisannoksena.

On huomattava, että kokeessa valmistetta testattiin siemenestä itävään amerikanhorsmaan. Toisen kasvukauden taimien kennostoissa on keväällä tavallisesti myös amerikan- ja maitohorsman talvehtineita kasvustoja. Edellissyksynä itäneillä horsmilla on vahva juuristo ja maavarsi, jolloin niiden torjunnassa voi Fenixin teho jäädä puutteelliseksi käytettäessä kuuselle turvallisilla annoksilla. Asia on kuitenkin vielä varmistamatta.

Kokeessa amerikanhorsman siemenet kylvettiin paakkujen pinnalle, joissa peittoaineena oli käytetty pikkukiveä. On oletettavaa, että tällaisella kivennäismaapinnalla valmisteen teho säilyy paremmin kuin pinnassa, joka on pelkkää

Taulukko 2. Koetaimien ruiskutusajankohdat, amerikanhorsman kylvöpäivämäärät sekä horsmien itävyyden laskentapäivämäärä.

Ruiskutusajankohta	Amerikanhorsman kylvön ajankohta	Amerikanhorsman itävyyden määrittäminen päivä
25.4.2014	30.4.2015	12.6.2014
7.5.2014	7.5.2014	13.6.2014
15.5.2014	15.5.2014	18.-19.6.2014
4.6.2014	3.6.2014	25.6.2014

turvetta. Ensimmäisellä ruiskutuskerralla viive ruiskutuksesta horsman kylvöön oli viisi päivää eikä pienimmillä annoksella saatu riittävää tehoa. Samaan aikaan sattui myös poikkeuksellisen kylmä jakso, joten ei voida suoraan päätellä, että valmisteen teho olisi ehtinyt laskea viidessä päivässä. Toistaiseksi ei ole tietoa, miten valmiste estää muilla paakutaimien kennostoissa käytetyillä peittoaineilla horsman tai muiden rikkakasvien itämistä.

Kokeessa etsittiin kuusen taimille sopivaa ruiskutusajankohtaa keväällä. Ruiskutukset aloitettiin huhtikuun lopussa, jolloin lämpösusmaa oli kertynyt 20–30 d.d.-yksikköä. Keväällä 2014 toukokuun alkujaksolle sattui kuitenkin hyvin viileä kausi, mikä hidastutti lämpösusman karttumista. Ruiskutusai-kataulusta jäikin puuttumaan vaihe, jossa ilmatieteellisen lämpösusman kertymä olisi ollut 100–200 d.d.-yksikköä. Tässä vaiheessa kuusen taimien silmut ovat avautumassa ja neulaskärjet tulleet näkyviin (Luoranen ym. 2009). Huhtikuun lämpöjakson ja auringon säteilyvaikutuksen vuoksi taimien kasvuun lähtö on oletettavasti ollut edellä tutkimustaitarhalta mitattua lämpösusmakertymää. Myös silmujen silmämääräisen arvioinnin perusteella niiden kehitysvaihe vastasi paremmin 100–150 d.d. saaneiden taimien kehitysvaihetta kuin ruiskutuksen aikaista lämpösusman kertymää 45 d.d.

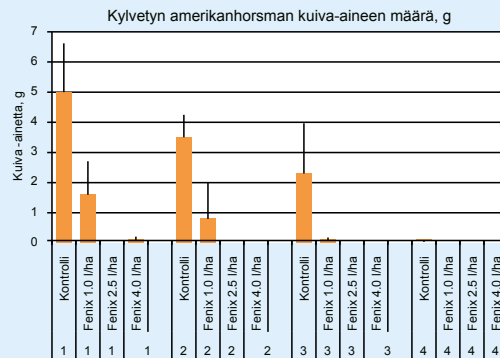
Taimien kehitysvaihe ja silmun puhkeamisen ajankohta vaihtelevat suuresti taimierän sisällä. Luorasan ym. (2009) aineistossa 2-vuotiaalla kuusella taimierän taimista oli vielä yli 10 %:lla silmu puhkeamatta, kun lämpösusmakertymää oli noin 240 d.d. Taimille turvallisen ruiskutusajankohdan määrittäminen perustuu silmun kehitysvaiheen seuraamiseen. Tähän on vaikea antaa selkeää ohjetta, sillä kevään edistymisen vuosittainen vaihtelu on suurta, minkä lisäksi taimierän yksittäisillä taimilla voi olla hyvinkin erilainen kasvurytmi. Alkuperän lisäksi taimien kasvatushistoria vaikuttaa keväällä niiden kasvurytmiin.

Tässä kokeessa ei seurattu taimien juuriston kehitystä tai ruiskutusten vaikutuksia taimien seuraavan vuoden kasvuun. Etenkin syysruiskutuksissa on otettava huomioon valmisteen mahdolliset juuristovaikutukset.

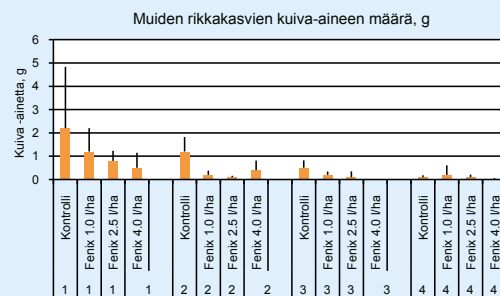


Kirjallisuus

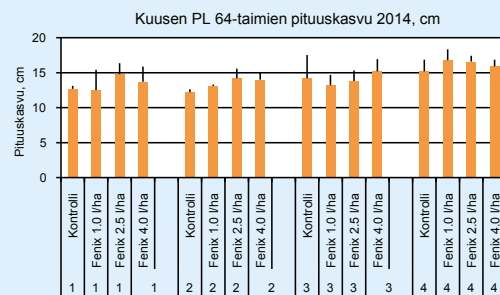
Luoranen Jaana, Sutinen Sirkka ja Rikala Risto. 2009. Kertovatko lämpösusmaa ja silmun puhkeamisvaihe kuusentaimien pakkaskestävyydestä keväällä. Taimiuutiset 3/2009: 4–7.



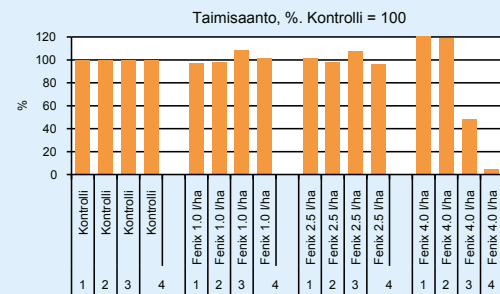
Kuva 2. Kylvetyn amerikanhorsman kasvuston kuiva-ainepaino (g) heinäkuun lopussa eri Fenix-käsittelyissä ja ruiskutusajankohtina. 1= 25.4.2014, 2= 7.5.2014, 3= 15.5.2014 ja 4 = 4.6.2014.



Kuva 3. Luontaisesti esiintyneiden muiden rikkakasvien kuin amerikanhorsman kuiva-ainepaino (g) heinäkuun lopussa eri Fenix-käsittelyissä ja ruiskutusajankohtina 1-4. 1= 25.4.2014, 2= 7.5.2014, 3= 15.5.2014 ja 4 = 4.6.2014.



Kuva 4. Kuusen toisen vuoden PL64-taimien kasvu vuonna 2014 eri Fenix-käsittelyissä ja ruiskutusajankohtina. Ruiskutusajankohdat: 1= 25.4.2014, 2= 7.5.2014, 3= 15.5.2014 ja 4 = 4.6.2014.



Kuva 5. Kuusen toisen vuoden PL64-taimien saanto (%) vuonna 2014 eri Fenix-käsittelyissä ja ruiskutusajankohtina. Kontrolleissa myyntikelpoisten taimien osuus = 100. Ruiskutusajankohdat: 1= 25.4.2014, 2= 7.5.2014, 3= 15.5.2014 ja 4 = 4.6.2014.

Metsätalouden käyttöön hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita 2015

MARJA POTERI | LUKE



















SIENITAUTIEN TORJUNTA-AINEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Pohjavesi- rajoitus	Varoitus- merkit	Käyttökohde
Amistar Maatilan Strobi AM Mirador 250 SC	Atsoksistrobiini	250 g/l	-		Männynkaristeen torjunta metsätaimitarhoilla
Teldor <i>Minor use</i> 31.12.2015 asti	Fenheksamidi	500 g/kg	-		Harmaahomeen torjuntaan
Aliette 80 WG	Fosetyyli-alumiini	800 g/l	on		Koivunlevälaikun torjunta paakkutaimilla
Frupica SC <i>Minor use</i> 30.4.2018 asti	Mepanipyriimi	440 g/l	-	 	Sienitautien torjuntaan metsätaimituotannossa
Akopro 490 EC Basso	Prokloratsi + propikonatsoli	400 g/l 90 g/l	-	 	Männynversosurman ja männyntalvihomeen torjunta
Bolt XL Maatilan propikonatsoli 2 ¹⁾ Tilt 250 EC	Propikonatsoli	250 g/l	-	 	Havupuiden taimitarhojen männynversosurman ja talvituhosienien torjunta
Stratego EC 250 ²⁾	Trifloksistrobiini + propikonatsoli	125 g/l 125 g/l	on	 	Koivunruosteen torjunta

¹⁾ poistuu rekisteristä 31.12.2015²⁾ poistuu rekisteristä 1.4.2015

Taimitarhoilla pohjavesirajoitus koskee paljasjuuristen taimien kasvatusta, mutta ei paakkutaimikasvatusta. Paakkuarkeista maaperään huuhtoutuvan veden määrä tulee vähentää mahdollisimman pieneksi.







HYÖNTEISTEN JA PUNKKIEN TORJUNTA-AINEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Pohjavesi- rajoitus	Varoitus- merkit	Käyttökohde
Floramate 240 SC	Bifenatsaatti	240 g/l	-	 	Punkkien torjuntaan taimitarhoilla
Decis Mega EW 50 <i>Minor use</i> 31.10.2017 asti	Deltametriini	50 g/l	-	 	Tuhohyönteiset, kuten kirvat, ripsiäiset, luteet, pistiäiset ja kuoriaiset sekä tukkimiehentäi metsätaimatarhoilla, siemenviljelyksillä ja joulu-puuviljelmillä
Nissorun <i>Minor use</i> 6.9.2021 asti	Heksytiatsoksi	100 g/kg	-		Punkkien torjuntaan puuntaimista metsätaimatarhoilla
Merit Forest WG	Imidaklopridi	700 g/kg	on	 	Tukkimiehentäin torjunta, myös kasvussa olevat havupuiden taimet; käyttö sisätiloissa
Karate Zeon – tekniikka Maatilan Syhalotriini ¹⁾ Maatilan Syhalotriini ²⁾	Lambda- syhalotriini	100 g/l	-	 	Tukkimiehentäin torjunta, myös kasvussa olevat taimet.
Karate Zeon – tekniikka <i>Minor use</i> 31.12.2016 asti	Lambda- syhalotriini	100 g/l	-	 	Tuhohyönteiset joulupuutuotannossa ja kuorellisen havupuutavaran metsävarastoinnissa
Carbon Kick Booster <i>Minor use</i> 20.3.2016 asti	Raffinoitu rypsiöljy	900 ml/l	-		Punkit taimitarhoissa
Calypso, <i>Minor use</i> 30.4.2018 asti	Tiaklopridi	480 g/l	on	  	Tuhohyönteiset (erityisesti kirvat, jauhiaiset ja haitalliset luteet) metsätaimatarhoilla
Exemptor ¹⁾	Tiaklopridi	100 g/l	on	 	Kirvat, kärsäkkäät, jauhiaiset, lehtiä syövät kovakuoriaiset ja perhostoukat ja mullassa elävät kärpäset puuv. taimista kasvihuoneessa ja avomaalla
Trinet-P	alfa- sypermetriini	1,57 g/kg (100 mg/m ²)	-		Havumetsän suojaaminen kirjanpainajaa vastaan

1) poistuu rekisteristä 31.12.2015
Taimitarhoilla pohjavesirajoitus koskee paljasjuuristen taimien kasvatusta, mutta ei paakkutaimikasvatusta.
Paakkuarkeista maaperään huuhtoutuvan veden määrä tulee vähentää mahdollisimman pieneksi.

RIKKAKASVIEN TORJUNTA-AINEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Pohjavesi- rajoitus	Varoitus- merkit	Käyttökohde
Fenix Maatilan Aklonifeeni Maatilan Aklonifeeni 2	Aklonifeeni	600 g/l	-	 	Lepotilassa olevien havupuiden taimien koulinta-alat metsätaimatarhoilla
Reglone	Dikvatti	200 g/l	-	 	Kylvöpenkit ennakkotorjuntana
Gallery	Isoksabeeni	500 g/l	on		Havupuiden taimien koulinta-alat metsätaimatarhoilla
Select	Kletodiimi	240 g/l	on	 	Kylänurmikan ja muiden 1-vuotisten heinämäisten rikkakasvien torjuntaan puuvartisten kasvien taimitarhoilta
Matrigon 72 SG Maatilan Klopyralidi SG	Klopyralidi	720 g/kg	-		Leveälehtiset rikkakasvit puuvartisten kasvien taimitarhoilta
Agil 100 EC Maatilan Propafop	Propakvitsa- foppi	100 g/l	-	 	Koivun istutusalat, tehoa vain heinämäisiin rikkakasveihin
Focus Ultra Laser Ultra Stratos Ultra	Sykloksidiimi	100 g/l	on	 	Heinämäiset rikat viljelyaloilla ja tarhalla

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Pohjavesi- rajoitus	Varoitus- merkit	Käyttökohde
Aramo	Tepraloksiimi	50 g/l	-	  	Heinämäiset rikat taimitarhoilla
Mogeton WP poikkeuslupa kasvinsuojelun häätätilanteessa 15.5.-11.9.2015	Kinoklamiini	250 g/kg	-	  	Maksasammalen torjunta havupuiden paakkutaimilta

Rikkakasvien totaalitorjuntaan on lisäksi useita glyfosaattia sisältäviä valmisteita käyttökohteissa, joissa ei ole riskiä kasvatettavien ja valmisteelle herkkien taimien vioittumisesta.

KARKOTTEET JA SYÖTIT

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Varoitusmerkit	Käyttökohde, huomautukset
Trico-hirvikarkote	Munuaisrasva	65 g/l	-	Hirvieläintuhojen torjunta havu- ja lehtipuilla
Derrex Neu 1181 M Sluxx	Rautafosfaatti	30 g/kg	-	Etanoiden torjuntaan pelto- ja puutarhavihjelyksiltä ja kasvihuoneessa

Ratak-myyränsyötille (difenakumi 3,5 mg/kg) haetaan syyskuussa 2015 poikkeuslupaa kasvinsuojelun häätätilanteessa, jolloin valmiste on käytettävissä 120 vrk:n ajan. Valmisteen tuleva käyttö ajoitetaan syksyyn ja alkutalveen 2015.

Julkaisusatoa



VAIKUTTAAKO VALO KUUSEN PAAKKUTAIMIEN VERSOVAURIOIHIN KESKI- JA LOPPUTALVEN PAKKASLÄMPÖTILOISSA: ESIKOKEITA ULKOKENTÄLLÄ

Heiskanen J., Sutinen S. & Hyvönen J. 2015. Effects of light exposure in freezing temperatures on winter damage to foliage of Norway spruce container seedlings in mid and late winter: Pilot experiments in open field. *Journal of Forest Science* 61(1): 35–44. doi: 10.17221/97/2014-JFS

Kuusi (*Picea abies* [L.] Karst.) on herkkä hallalle ja voimakkaalle auringon säteilylle kasvukauden aikana sekä pakkas- ja ahavatuhoille talvella. Vioitukset kohdistuvat erityisesti kuusen taimiin, mistä aiheutuu kasvumenetyksiä metsänuudistamisessa. Ahava viittaa kuivaan ja kylmään kevätluleen, minkä aikaansaamat kuivumisvauriot ilmenevätkin taimissa ja nuorissa puissa yleensä kevättalvella, kun juuristo ei pysty saamaan vettä jäätyneestä maasta ja verson haihdunta on runsasta pakkasen ja tuulen vuoksi (kuva 1).

Talven jälkeen kuusen versovauriot ovat helposti nähtävissä, mutta vaurioon vaikuttavia mekanismeja ja niiden yhteisvaikutuksia ei tarkasti tunneta. Siten myöskään talvihuhojen ehkäisyä metsänhoidollisin menetelmin ei tarkasti tiedetä. Tieto valosäteilyn ajoituksen, keston ja intensiteetin vaikutuksista kuusen taimien versovaurioihin ja kuolleisuuteen talvipakkasilla on niukkaa.

Tämä esitutkimus pyrki selvittämään luontaisen ja keinollisen valosäteilyn intensiteetin ja keston vaikutusta lyhytpäiväkäsiteltyjen 2-vuotiaiden kuusen taimien talvivaurioihin keski- ja loppupalven pakkaslämpötiloissa (-0...-20°C) Keski-Suomen kenttäolosuhteissa.

Tulokset osoittivat, että kuusen taimien versot voivat vaurioitua noin viikon kuluessa lumesta paljastumisen jälkeen keski- ja loppupalven pakkaslämpötiloissa riippumatta siitä, käytettiinkö luonnon- vai keinovaloa. Tutkituilla keinovalointensiteeteillä (800 ja 1400 PAR $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$) aikaansaadut taimien versovauriot eivät eronneet tilanteesta, missä taimet olivat luonnonvalossa. Vaurioituneissa, ruskettuneissa viimeisen kasvu-

kauden versojen neulasissa ei käytännössä löydetty yhtään tervettä solua. Verson altistuminen usean viikon ajan helmikuussa pakkaselle ja luonnonvalolle sai aikaan lähes täydellisen verson ruskettumisen, mikä aiheutti seuraavana kasvukautena verson pituuskasvun puolittamisen ja juurten kasvun noin 10–20 % heikentymisen vaurioitumattoon taimiin verrattuna.

Kaikissa koekäsittelyissä havaittiin versovaurioita, mutta silmut eivät vahingoittuneet, vaan kasvoivat seuraavana kesänä, mikä tukee käytännön metsänuudistamisessa saatuja havaintoja. Versovauriot aiheuttivat kuitenkin seuraavana kasvukautena elinvoimaisuuden ja pituuskasvun heikentymistä. Metsäpuiden taimitarhoilla esiintyvän ankaran ahavavaurion (yli 50 % neulasista ruskettunut) on todettu heikentävän kuusentaimien viljelykelpoisuutta ja lisäävän kuolleisuutta maastossa voimakkaasti.

Tulokset viittaavat siihen, että lumihangesta paljastuneet kuusen versot eivät vaurioitu valosäteilyn vuoksi, vaan ennen kaikkea pakkasen ja viimeisen aiheuttaman kuivumisen vuoksi. Esikoejärjestelyissä käytetyt menetelmät eivät kuitenkaan kyenneet erottelemaan eri olosuhteiden ja niiden vaikutusmekanismien merkitystä taimivaurioille.

Jatkotutkimuksissa onkin syytä kehittää menetelmiä, joilla voidaan tarkemmin ja yhtäaikaaisesti säädellä lämpötilaa, valon intensiteettiä ja ilmavirtaa sekä eritellä niiden vaikutuksia taimiin. Valosäteilyn vaikutusta on myös tutkittava lisää 0 astetta korkeammassa lämpötiloissa. Samalla on selvitettävä, miten koejärjestelyissä voidaan ottaa huomioon mahdolliset luonnon ja keinovalon laadulliset erot.



Kuva 1. Ahavatuhoja joulukuusiviljelmällä (Uusimaa, Thomasböle 24.4.2013). (valokuva Päivi Rajakari)

JUHA HEISKANEN

ELEKTROLYTTIVUOTOTESTI LUOTETTAVAMPI MENETELMÄ MÄÄRITTÄÄ TAIMIEN PAKKASVARASTOINTIKELPOISUUS KUIN KUIVA-AINEPITOISUUDEN MÄÄRITYS

Lindström, A., Stattin, E., Gräns, D. & Wallin, E. 2014. Storability measures of Norway spruce and Scots pine seedlings and assessment of post-storage vitality by measuring shoot electrolyte leakage. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29(8): 717–724. DOI: 10.1080/02827581.2014.977340

Ruotsalaistutkijat ovat testanneet erilaisia taimien pakkasvarastointikelpoisuuden määrittämenetelmiä sekä menetelmää, jolla voisi nopeasti selvittää, ovatko taimet vaurioituneet pakkasvarastoinnin aikana. Testattavina menetelminä olivat latvan kuiva-ainepitoisuus sekä elektrolyyttivuoto (EL)-testi. EL-testiä käytettiin sekä varastointikelpoisuuden määrittämiseen että pakkasvarastoinnin aikaisten vaurioiden määrittämiseen.

Menetelmiä testattiin kahdella kuusialkuperällä ja yhdellä mäntyalkuperällä. Taimia varastoitiin syyskuun lopulta lokakuun puoliväliin 4–7 päivän välein. Lisäksi kasvihuoneessa marras-helmikuussa hyödettyjä taimia varastoitiin helmikuussa, kun niille oli kertynyt 510 d.d. tai 720 d.d. lämpösummaa. Taimien latvan kuiva-ainepitoisuus ja elektrolyyttivuoto mitattiin varastoon laitettaessa.

Elektrolyyttivuoto määritettiin katkaisemalla versosta 2 cm latvasta, laittamalla deionisoidulla vedellä huuhdellut kolme latvapätkeä muovipulloihin ja altistamalla ne -25°C :een. Altistuksen jälkeen pulloihin lisättiin deionisoitua vettä, ja niitä ravisteltiin 24 tuntia pimeässä 20°C :ssa. Ravistelun jälkeen mitattiin liuoksen sähkönjohtokyky. Sähkönjohtokyky kertoo, minkä verran vesiliuoksessa on solunestettä, joka on lähtenyt pakkasen vioittamista latvanäytteiden soluista ulos. Testin

seuraavassa vaiheessa latvanäytteiden kaikki solukot pyrittiin rikkomaan ja saamaan solunesteet ulos kuumentamalla näytteitä autoklavissa. Tämän jälkeen jäädytetystä näyteliuoksesta mitattiin johtokyky uudelleen. Saatua kahta mittaustaarvoa käyttäen laskettiin näytteiden altistuksen aiheuttama elektrolyyttivuoto (EL_{-25}), joka saatiin jakamalla pakkasaltistuksen jälkeinen johtokyky autoklavoinnin jälkeisellä johtokyvyllä ja kertomalla luku sadalla. Taimien luontainen elektrolyyttivuoto ($EL_{\text{kontrolli}}$) määritettiin samalla tavalla, mutta näytteitä ei altistettu pakkaseen. Taimien pakkasen sietokykyä kuvaava elektrolyyttivuoto EL laskettiin kaavalla $EL_{-25} - EL_{\text{kontrolli}}$. Taimien katsottiin olevan varastointikelpoisia, kun $EL \leq 4$.

Latvan kuiva-ainepitoisuus laskettiin tuoreena ja kuivattuina punnittujen 2 cm latvapätkien kuivapainojen suhteena. Hyvän varastointikestävyyden rajana yksi-voitiaille kuusen taimille käytettiin kuiva-ainepitoisuutta 35–38 % ja männille 33–36 %.

Varastoinnin jälkeen taimille määritettiin taas elektrolyyttivuoto määrittämällä $EL_{\text{kontrolli}}$ arvo. Lisäksi varastoinnin jälkeen taimille tehtiin juurten kasvupotentiaali (RGC) -testi, jonka tuloksiin muiden menetelmien arvoja verrattiin.

Tuloksia

- Elektrolyyttivuoto EL ennusti paremmin taimien varastointikelpoisuuden kuin latvan kuiva-ainepitoisuus: 89 % taimista, jotka olivat saavuttaneet varastointikelpoisuutta kuvaavan EL-testin arvon (≤ 4), oli RGC-testin mukaan elossa, kun kuiva-ainepitoisuuden ennustamista taimista elossa oli 74 %.
- Talvella kasvatetuissa ja sitten varastoiduissa erissä marras-kuusta helmikuun alkuun kasvihuoneessa kasvatetut (510 d.d.) olivat vielä varastointikelpoisia, mutta yli 700 d.d. saavuttaneet

eivät enää olleet. Sekä EL-testin että kuiva-ainepitoisuuden mukaan helmikuun alkuun saakka kasvatetut olisivat olleet varastointikelpoisia. Kuiva-ainepitoisuuden mukaan vielä 700 d.d. saavuttaneetkin olisivat olleet varastointikelpoisia. Todellisuudessa kaikki taimet kuolivat varastoinnin aikana.

- Elektrolyyttivuototestillä oli mahdollista saada selville varastoinnin aikana versoihin tulleet vauriot: varastoinnin jälkeen mitatut versojen $EL_{\text{kontrolli}}$ -arvot olivat yhtenevät RGC-testissä saatujen juurten ja versojen kasvutulosten kanssa eli versovaurioista kärsineillä taimilla oli korkeammat $EL_{\text{kontrolli}}$ -arvot.

Johtopäätökset

Latvan kuiva-ainepitoisuuden mittaus taimien pakkasvarastointikelpoisuuden määrittämiseksi ei ole luotettava menetelmä. Tämä on todettu jo aiemmin monissa tutkimuksissa. Verson elektrolyyttivuototestillä saadaan luotettavampi arvio varastointikelpoisuudesta. Elektrolyyttivuototesti sopii myös varastoinninaikaisten versovaurioiden määrittämiseen. Menetelmällä arvio vaurioista saadaan muutamassa päivässä, kun kasvatustestiin tarvitaan kolmen viikon kasvatus. Menetelmällä ei kuitenkaan saada mitään tietoa juurivaurioista. Niiden määrittämiseen tarvitaan siis edelleen juurten kasvupotentiaalitestejä keväisin.

JAANA LUORANEN



Kuva 1. Elektrolyyttivuototestillä mitataan taimien pakkaskestävyyttä Suonenjoen laboratoriossa. (valokuva Luke/Erkki Oksanen)

KAIKKI HAVUPUUN TAIMET KELPAAVAT TUUKKIMIEHENTÄILLE

Wallertz, K., Nordenhem, G. & Nordlander, G. 2014. Damage by the pine weevil *Hylobius abietis* to seedlings of two native and five introduced tree species in Sweden. *Silva Fennica* vol 48 no. 4 article id. 1188. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1188>

Douglas-kuusen, sitkankuusen, kontortamännyn, hybridilehtikuusen ja hybridihaavan taimien kelpaavuutta tukkimiehentäille verrattiin normaaleihin metsäkuusen ja männyn taimiin maasto- ja laboratoriosyöttökokeessa Etelä-Ruotsissa. Taimet olivat männyn taimia lukuun ottamatta paakkutaimia. Männyn taimet olivat avomaalle koulittuja paljasjuurisia taimia. Taimien läpimitta

istutushetkellä vaihteli 3,9 ja 7,5 mm välillä: kontortamännyn olivat ohuimpia, hybridilehtikuuset paksuimpia. Maastokokeessa taimet oli istutettu muokattuun kivennäismaahan, mutta vain 2 cm etäisyydelle humusreunasta. Näin siksi, että kokeessa haluttiin, että taimiin kohdistuisi mahdollisimman suuri tukkimiehentäin syötipaine. Tukkimiehentäin tuhot arvioitiin yhden maastokauden jälkeen. Laboratoriokokeessa taimet oli istutettu purkkeihin, jotka laitettiin muovisiin sylintereihin ja niihin laitettiin neljä tukkimiehentäitä.

Päätulokset

- Sekä maasto- että laboratorion kokeessa tukkimiehentäintäit söivät useimmiten Douglas- ja sitkankuusen taimia. Maastokokeessa niiden puulajien taimista 60 % oli kuollut tai vakavasti syöty. Vastaavasti männyn ja hybridilehtikuusen taimissa kuolleita tai vakavasti syötyjä taimia oli vain 27 % ja kontortamännynllä 36 %.
- Hybridihaavan taimia ei juurikaan syöty, mutta maastokokeessa sen taimet kuolivat muista syistä.

Johtopäätös

Kaikki havupuun taimet, niin kotimaiset kuin ulkomaisetkin, ovat alttiita tukkimiehentäin syönnille ja ne pitää suojata jollain tavalla syöntiä vastaan.

JAANA LUORANEN



Kuva 1. Tukkimiehentäi syö kuoren alta nilaa havupuiden taimista. Kotimaisen männyn ja kuusen lisäksi myös ulkomaisten erikoishavupuiden taimet on syytä suojata. (valokuva Marja Poteri)

NORDGEN SKOG 2015 TAIMITARHAKONFERENSSI JALOSTETUN METSÄNVILJELYAINEISTON KÄYTTÖSTÄ

Aika: 15.-16.9.2015

Paikka: hotelli Bellevue Park Hotel Riga, Riika, Latvia

Aihe: Wise Use of Improved Forest Reproductive Material

Ilmoittautuminen: 1.7.2015 mennessä

Konferenssiin ei ole osallistumismaksua ja molempien päivien lounaat ovat maksuttomia.

Konferenssi alkaa tiistaina 15.9. esitelmillä ja päättyy retkeilyyn keskiviikkona 16.9.

Lisää aiheesta Nordgenin sivuilla:

<http://www.nordgen.org/index.php/en/content/view/full/2897>

Tutkija Harald Kvaalen esitteli edellisellä vuoden 2014 Nordgen Skog -retkeilyllä norjalaisia kuusen kasvatuskokeita. (valokuva Marja Poteri)



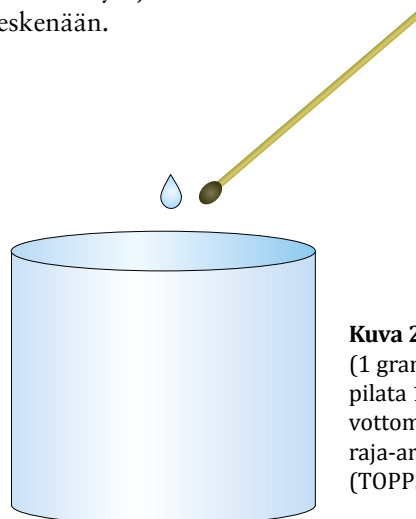
Korjauksia edelliseen 1/2015-lehteen

Jukka Antola: Siemenviljelyohjelman toteutuksessa haasteita

Taimi uutiset 1/2015 sivulla 8 kuvien 1 ja 2 kartat männyn ja kuusen lähtöisyysalueista vaihtaneet paikkaa keskenään.

Marja Poteri: Uudet kasvinsuojeluaineiden ympäristörajoitukset ja kasvinsuojeluaineiden käyttö metsätaimitarhoilla

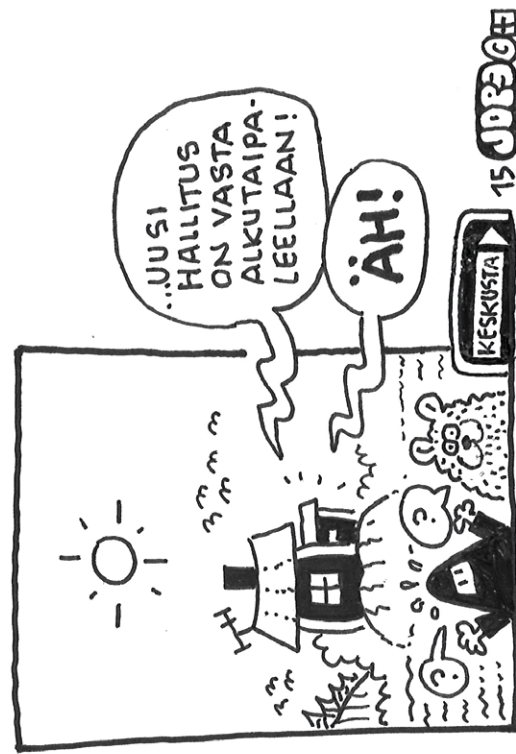
Taimi uutiset 1/2015 sivulla 23 kuvan 2 tekstissä oli huomattava mittakaavavirhe, sillä 10 000 litran sijasta kuvatekstissä pitäisi olla 10 000 kuutiota.



Kuva 2. Tulitikunpään kokoinen pisara (1 gramma) kasvinsuojeluainetta voi pilata 10 000 kuutiota vettä juomakelvottomaksi, mikä vastaa juomaveden raja-arvoa 0,1 mikrogrammaa litrassa. (TOPPS-aineisto)

PUUPELTÄ

PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



15 JURECH

