



TAIMI UUTiset

numero 3/2015

Männyn
metsäkylvö
- historiaa ja
kehitysnäkymiä

Männyn siementen
pimeäitämisestä ja
jälki-itämisestä

Helpotusta
kuusen
siemenpulaan

Uusia oppaita
siemen- ja
taimituottajille



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/Pekka Helenius

TAITTO
Juvenes Print

KANSIKUVA
Luke/Pekka Helenius

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**
Talvi 5.12. 29.12.



4 *Parempiin tuloksiin männyn kylvössä*

KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT

Pekka.Helenius@luke.fi
Katri.Himanen@luke.fi
Markku.Nygren@luke.fi
Luonnonvarakeskus
Juntintie 154
77600 SUONENJOKI

Tiina.Ylioja@luke.fi
Luonnonvarakeskus
PL 18
01301 VANTAA

Risto.Hagqvist@luke.fi
Luonnonvarakeskus
Haapastensyrjäntie 34
12600 LÄYLIÄINEN

Seppo.Ruotsalainen@luke.fi
Luonnonvarakeskus
Finlandiantie 18
58450 PUNKAHARJU

Mikko.Hyppönen@luke.fi
Luonnonvarakeskus
PL 16
96301 Rovaniemi



10 *Valon laadun vaikutus männyn siemenen itämiseen*



17 *Kuuset kukkimaan*

Sisällys

| | |
|--|----|
| Männyn kylvä ennen, nyt ja tulevaisuudessa..... | 4 |
| <i>Mikko Hyppönen</i> | |
| Jälki-itäminen männyn kylvössä..... | 6 |
| <i>Seppo Ruotsalainen</i> | |
| Itääkö männyn siemen pimeässä?..... | 10 |
| <i>Markku Nygren</i> | |
| Männyn kylvöalojen maanmuokkaus – uutta menestystarinaa metsästämissä..... | 13 |
| <i>Pekka Helenius</i> | |
| Kuusen siemenviljelykset kukkimaan | 17 |
| <i>Pekka Helenius, Risto Hagqvist ja Tiina Ylioja</i> | |
| Vain siemeniä, kiitos | 21 |
| <i>Katri Himanen</i> | |
| Yllättävän sitkeät kuusen siemenet..... | 25 |
| <i>Katri Himanen</i> | |
| Metsäpuiden siementen viljelyä Brittiläisessä Kolumbiassa..... | 28 |
| <i>Tiina Ylioja</i> | |
| Julkaisusatoa..... | 33 |

Männyn kylvö ennen, nyt ja tulevaisuudessa

MIKKO HYPÖNEN



KYLVÖ ON SUOSITTU männyn uudistamismenetelmä, jota on käytetty vuosikymmeniä menetelmän hiljalleen kehittyessä uusien innovaatioiden myötä. Kylvöä käytetään vaihtoehtona niin luontaiselle uudistamiselle kuin istutuksellekin. Kylvön etuina on, että oikein käyttäen sillä saadaan aikaan laadultaan hyviä mäntytaimikoita pienehköin kustannuksin. Kylvön laajamittainen käyttö kuitenkin edellyttää, että hyvälaatuista, mieluiten jalostettua siementä on riittävästi käytettävissä. Menetelmä on viime vuosina yleistynyt metsänuudistamisessa jopa liikaakin. Sitä on toisin sanoen käytetty liian tuoreilla, hienojakoisilla kasvupaikoilla, joihin se ei routimisen ja runsaan pintakasvillisuuden vuoksi sovi.

Vuosikymmenten saatossa kylvömenetelmiä on tutkittu ja kehitetty varsinkin Suomessa ja Ruotsissa. Välillä menetelmät ovat kehittyneet jopa hyppäksenomaisesti jonkin uuden innovaation seurauksena. Toisaalta kaikki hyvältäkään vaikuttaneet innovaatiot eivät ole jääneet käyttöön. Tutkimustuloksista on koottu erinomainen opas käytännön toimijoiden ja tutkijoiden käyttöön.

Luonnossa männikkö uudistuu usein metsäpalon seurauksena. Niinpä 1900-luvun alkupuolella, ellei voitu käyttää luontaista uudistamista, männikkö yleensä uudistettiin päätehakkuun, kulotuksen ja hajakylvön yhdistelmänä. Myöhemmin todettiin myös tutkimuksin, että kulotus ja männyn kylvö, toisin kuin kulotus ja istutus, sopivat erityisen hyvin yhteen, varsinkin jos kulotuksen jälkeen maa muokataan kevyesti. Hajakylvössä siemenet levitettiin uudistusosalalle yleensä manuaalisesti unohtamatta kuitenkaan professori Gustaf Sirénin lentokonekylvökokeiluja. Siemenet saatettiin kylvää myös hangelle. Hankikylvöt osoittautuivat kuitenkin epävarmoiksi.

Hajakylvö edellyttää suurta siemenmäärää uudistamistuloksen varmistamiseksi. Siementen säästämiseksi kylvömenetelmät alkoivat kehittyä siementä säästävien pistemäisten menetelmien suuntaan. Ruutu-, vako- ja viirukylvössä siemenet kylvetään pistemäisesti laikkuun tai jatkuvaan muokkauksen jälkeen. Pistemäisten menetelmien ongelmana ovat olleet tiheät kylvötuppaat, jotka ovat alkuvaiheessa erityisen alttiita talvituholle. Tuppaiden oikea-aikainen harventaminen on tärkeää kehittyvän taimikon laadun kannalta. Runkojen oksikkuuden ja suoruuden säätelämiseksi kylvötuppaita ei saa harventaa liian aikaisin eikä liian myöhään.

Pistemäisiin menetelmiin kuuluu myös suojakylvö, jossa siementen suojaksi ”istutetaan” pieni muovisuoja tarkoitukseen kehitetyllä kylvölaitteella. Suoja toimii minikasvihuoneena, jossa siemenet itävät hyvin ja pysyvät paremmin elossa kuin paljaalla maalla. Nerokkuudestaan huolimatta suojakylvön kehittäminen ja käyttö päättyivät ongelmiin kylvösuojan asettamisessa ja hajoamisessa sekä siemenen anostelussa. Muita manuaalisia kylvölaitteita pistemäiseen kylvöön ovat mm. puukeppi viirun tekemistä varten, vakorauta, pullo jne. Määrävälein siemeniä ripottavaan kylvöön on kehitetty erilaisia työnnettäviä välineitä, joihin on saatu mallia maataloudesta. Pulloa käytetään vieläkin siementen ripotteluun joko pistemäisesti tai hajalleen maanmuokkauksen jälkeen.

Mielestäni kylvöhistorian suurin edistysaskel on tähän mennessä ollut maanmuokkauksen ja kylvötyön yhdistäminen. Koneellinen kylvö on mahdollistanut siemenen päätyksen heti tuoreeseen, kosteaan maahan, poistanut kylvötuppaisiin ja niiden käsittelyyn liittyviä ongelmia, varmistanut

taimikon hyvän tilajärjestyksen ja laadun sekä alentanut huomattavasti kylvökustannuksia. Kylvöäestyksen yhteydessä muokkauksen jälkeen suunnattuna hajakylvönä on mielestäni tämän hetken edistynein kylvömenetelmä.

Koneellisen kylvön yleistyminen ja lisääntyminen toi mukanaan myös ongelman. Perinteisesti paras männyn kylvösesonki, loppukevät ja alkukesä, on liian lyhyt koneelliselle kylvölle, koska muokauskoneet pääsevät maastoon vasta roudan sulamisen ja maan kuivumisen jälkeen. Kaikkia konekylvöjä ei ehditä tekemään parhaaksi todettuun aikaan. Tähän on löydetty ratkaisu ainakin Lapissa. Tuoreiden tutkimustulosten perusteella myös myöhäissyksy, loka-marraskuu, on pohjoisessa hyvää kylvöaikaa. Käytännön toimijat Metsähallitus etunenässä olivat huomanneet tämän jo aiemmin. Itse asiassa myöhäissyksyn mahdollisuuksista kylvöajankohdanta on ollut vihiä jo 1900-luvun alkupuolella.

Koneellisen suunnatun hajakylvön eduista huolimatta muitakin menetelmiä kehitellään edelleen. Orastumisen varmistamiseksi ja parantamiseksi sekä siemenen säästämiseksi on kehitelty erilaisia pellettejä, paakkuja, kiekkoja tai pusseja, joissa on yksi tai useampi siemen. Siemenen itämiselle ja taimen alkuvaiheen kasvulle on näin pyritty saamaan hyvät olosuhteet. Niiden kylväminen muistuttaa monesti istuttamista. Niiden käyttö voisikin olla vaihtoehto istutukselle. Nähtäväksi jää, tuleeko siemenpaakuista käyttökelpoisia vaihtoehtoja käytännön metsänviljelyyn suunnatun hajakylvön rinnalle tai peräti tilalle. Tähän asti kokeilut ovat perustuneet useimmiten manuaaliseen kylvöön. Edellytyksenä kuitenkin lienee, että niiden käyttö on kustannustehokasta, eli että kylvö voidaan koneellistaa.



Jälki-itäminen männyn kylvössä

SEPPO RUOTSALAINEN

Jälki-itämisellä tarkoitetaan keväällä kylvetyn siemenen itämistä vasta talven jälkeen seuraavana kasvukautena. Eräiden havaintojen mukaan itämistä voi tapahtua useampanakin vuonna kylvön jälkeen (Renvall 1912, Lassila 1920). Ilmiöstä on keskusteltu ajoittain vilkkaastikin metsämiesten keskuudessa, ja siitä on julkaistu tutkimustietoakin jo yli sata vuotta sitten (Cannelin 1900, Renvall 1912). Jälki-itämistä on perinteisesti pidetty pohjoisen, kylmän ilmaston, ilmiönä (Renvall 1912, Lassila 1920, Wibeck 1920a), joka on yleisintä pohjoisella huonosti tuleentuneella siemenellä (Wibeck 1920, Häggman 1987, Winsa 1995), jolla alkionkehitys on vajavainen (Oldertz 1921, Häggman 1992). Jälki-itämisestä on havaintoja lähinnä männyn siemenestä, mutta sitä on todettu tapahtuvan myös mustakuusella (Fleming & Mossa 1994).

Jälki-itämishavaintoja on tehty sekä käytännön kylvöaloilta (Renvall 1912, Sirén 1952) että järjestetyistä kylvökokeista (Lassila 1920, Wibeck 1920, Lehtiniemi 1973, Häggman 1987). Tuloksia on ilmoitettu sekä jälki-itäneiden siementen osuuksina kylvetyistä siemenistä että jälki-itämisen tuloksena syntyneiden taimien osuuksina kaikista syntyneistä taimista. Kylvettyjen siementen määrästä laskettuna jälki-itävyys on yleensä jäänyt melko alhaiseksi, useimmiten alle 10 %, mutta Winsan (1995) mukaan sadesuojan alle jyrstytyn kylvöalustaan kylvetyistä siemenistä vähintään 37 % iti vasta kylvöä seuraavana kesänä. Alhaisetkin jälki-itäneiden siementen osuudet voivat kuitenkin johtaa korkeisiin jälki-itäneiden taimien osuuksiin, jos kokonai-

stävyys on alhainen. Niinpä eräällä Wibeckin (1920) koealalla jälki-itäneiden siementen osuus oli vain 7 % kylvetyistä siemenistä, mutta jälki-itäneet taimet edustivat kuitenkin 77 %:a kaikista syntyneistä taimista.

Jatkan seuraavassa sukupolvien ketjua jälki-itämiskeskustelussa raportoimalla vuosina 2002–2004 perustetuissa kylvökokeissa tehdyistä jälki-itämishavainnoista. Kokeet perustettiin siemenviljelys- ja metsikkösiemenen vertailemiseksi Metsäntutkimuslaitoksen neljään eri tutkimusalueeseen (Solböle, Punkaharju, Parkano ja Kannus). Jälki-itämishavaintoja saatiin, lähinnä erilaisista inventointijankohdista johtuen, vain kahdelta eteläisimmältä koealueelta Solbölestä (Tammisaari) ja Punkaharjulta (kuva 1).

Kokeet kylvettiin toukokuussa ja ne inventoitiin useita kertoja kylvökesänä ja myös kylvöä seuraavana keväänä. Kylvö tehtiin pieniin painanteisiin, jotka peitettiin ohuesti mineraalimaalla. Aineistona kokeessa oli neljä metsikköerää ja seitsemän siemenviljelyserää. Kaksi siemenviljelyserää oli peräisin pohjoista alkuperää edustavista siemenviljelyksistä, jotka olivat käyttöalueeltaan liian pohjoisia Solböleen ja Punkaharjulle käytännön metsätaloutta ajatellen.

Tuloksista voidaan todeta, että jälki-itämistä esiintyi kaikissa Solbölen ja Punkaharjun kokeissa ja kaikilla siemenerillä, mutta yleensä se oli hyvin vähäistä. Ainoastaan Punkaharjun vuoden 2003 kokeessa jälki-itävyys oli merkittävää, 6,6 % kylvetyistä siemenistä (vasta 13 % kaikista taimista) iti vasta toisena kasvukautena (taulukko 1). Tämä on selvästikin yhteydessä

siihen, että kevään 2003 kylvössä Punkaharjulla taimettuminen jäi muita vuosia alhaisemmaksi ilmeisesti kuivasta alku- ja keskikesästä johtuen. Osa potentiaalisesti itävistä siemenistä iti vasta seuraavana keväänä kevätkesteuden turvin. Pohjois-Ruotsissa on keinoekoisesti toteutetuissa erityisen kuivissa olosuhteissa jyrstytyn kylvöalustalla sadekatoksen alla havaittu myös runsasta jälki-itämistä seuraavana kesänä (enimmillään vähintään 37 % siemenistä), kun itämisolosuhteet ovat olleet otollisemmat (Winsa 1995).

On myös selvästi nähtävissä, että tietyillä siemenerillä oli selvästi suurempi taipumus jälki-itämiseen kuin muilla. Runsainta jälki-itämisen oli pohjoista alkuperää olevien siemenviljelysten sv190 ja sv320 siemenillä (taulukko 1). Myös metsikköalkuperillä pohjoisuuden on todettu olevan yhteydessä jälki-itämiseen (Wibeck 1920).

Punkaharjun vuoden 2003 kokeessa jälki-itämistä esiintyi kaikissa siemenerissä, enimmillään selvästi yli 10 % kylvetyistä siemenistä iti vasta seuraavana kesänä. Kahdella alkuperältään pohjoisimmalla siemenviljelyksellä jälki-itäneiden taimien osuus oli 30 % kaikista itäneistä taimista. Erityisesti alkuperältään pohjoisimman siemenviljelyksen (sv190) siemenerässä näkyi selvästi, että sen taimettuminen jäi kesken kylvökesänä, joten jälki-itäminen oli tämän kesken jääneen prosessin jatkoa (kuva 2). Kaikilla muilla siemenerillä taimettuminen saavutti likipitään vakiintuneen tason noin kahden kuukauden sisällä kylvöstä (15.7.), mutta sv190:n siemenerän hitaasti alkanut taimettuminen jatkui syksyyn saakka, jääden silti keskimääräistä heikommaksi.

Taulukko 1. Siemeneriä koskevia perustietoja ja niiden jälki-itävyydet viidessä kokeessa toisena kasvukautena, %:a kylve-
tyistä siemenistä, sekä kokeen keskimääräinen taimettumisprosentti kylvövuoden syksyllä. (PU = Punkaharju, SO = Solböle,
kaksi viimeistä numeroa kertovat kylvövuoden).

| Siemenerä | Alkuperä- lämpö- summa, °C vrk | Tuleentu- misvuosi | TJP, g | Itävyys, 7 vrk, % | Jälki-itävyys, % | | | | | Ka. |
|-----------------------------|---|-----------------------|--------|----------------------|------------------|------|------|------|------|-----|
| | | | | | PU02 | PU03 | PU04 | SO03 | SO04 | |
| Metsiköt | | | | | | | | | | |
| Kivijärvi | 1020 | 1999 | 4,8 | 58 | 0,8 | 3,8 | 0 | 0,6 | 0,2 | 1,1 |
| Vilppula ym. | 1160 | 1998 | 4,7 | 64 | 0,8 | 2,7 | 0,2 | 1,5 | 0,6 | 1,2 |
| Rautjärvi ym. | 1250 | 2000 | 5 | 56 | 0,4 | 4,8 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 1,4 |
| Kerimäki | 1200 | 1996 | 4 | 70 | 0 | 1,9 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| Siemenviljelykset | | | | | | | | | | |
| Sv17 | 1232 | 1998 | 6,1 | 72 | 1 | 2,3 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 0,9 |
| Sv124 | 1146 | 2001 | 6,1 | 93 | 4,8 | 10 | 0,4 | 1,5 | 0,8 | 3,5 |
| Sv123 | 1196 | 2001 | 5,8 | 81 | 0,2 | 3,1 | 0 | 1,3 | 0 | 0,9 |
| Sv190 | 878 | 2001 | 6,6 | 66 | 4,4 | 14,2 | 1,5 | 0,8 | 2,3 | 4,6 |
| Sv256 | 1098 | 2001 | 5,4 | 87 | 0,8 | 4,6 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 1,4 |
| Sv320 | 978 | 2001 | 6,1 | 86 | 2,5 | 16,7 | 2,3 | 0,8 | 1,7 | 4,8 |
| Sv323 | 1179 | 2001 | 6,5 | 76 | 4,6 | 8,1 | 1,3 | 0,4 | 0,6 | 3 |
| Keskiarvo | | | | | 1,9 | 6,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 2,1 |
| Taimettuminen 1. syksynä, % | | | | | 56,8 | 40,2 | 65,4 | 55,9 | 68,6 | |

Jälki-itäminen nosti kuitenkin sen taimettumisen keskimääräisten erien joukkoon. Tämä sopii hyvin Oldertzin (1921) tulkintaan, jonka mukaan jälki-itämisessä on kyse kesken jääneen itämisprosessin jatkumisesta seuraavana kasvukautena. Wibeck (1917) on kytkenyt jälki-itämisen vajaasti tuleentuneessa siemenessä varastoinnin aikana havaitsemaansa itämiskyvyn paranemiseen.

Jälki-itäminen oli Punkaharjun vuoden 2003 kokeessa sitä runsaampaa, mitä painavampaa siemen oli (taulukko 2). Tämä riippuvuus johtui ennen kaikkea muutaman painavasiemenisen siemenviljelyserän runsaasta jälki-itämisestä (kuva 3). Siemenpainoakin vahvempi yhteys jälki-itämisellä oli siemenen alkuperäalueen keskimääräiseen lämpösummaan, siten että kylmemmän alueen alkuperillä jälki-itäminen oli runsaampaa ja erityisesti mitä suurempi oli siemenen tuleentumispaikan ja alkuperäalueen lämpösummaero, sitä enemmän tapahtui jälki-itämistä

(kuva 4). Sen sijaan jälki-itämisellä ei ollut yhteyttä laboratoriossa määritettyyn itävyyteen eikä siemenen tuleentumispaikan lämpösummaan (taulukko 2).

Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että männyn metsäkylvössä tapahtuvalla jälki-itämisellä voi olla merkitystä taimettumisessa poikkeuksellisen kuivina kylvökesinä. Taimien jatkokehitystä ei kuitenkaan seurattu yksilöllisesti, joten ei voida sanoa mikä niiden merkitys oli viljelyn onnistumisessa. Todennäköistä on, että pienemmän kokonsa seurauksena ne

kärsivät pintakasvillisuuden kilpailusta enemmän kuin ensimmäisenä kasvukautena syntyneet taimet.

Jälki-itäminen oli tässä tutkimuksessa aiemmin raportoitujen lukujen vaihteluvälin alapäästä (Yli-Vakkuri 1961: ~0 %, Oldertz 1921: 100 % taimista), mutta suurimmat jälki-itävyydet onkin yleensä havaittu pohjoisissa olosuhteissa. Se että käytännön kylvössä siementä ei yleensä peitetä, vähentää tuloksen yleistettävyyttä.

Tiettyjen siemenerien muita suurempi taipumus jälki-itämiseen herättää ajatuksia ilmiön geneetti-

Taulukko 2. Jälki-itämisen ja siementunnusten välisiä korrelaatioita (suluissa merkitsevyys, tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot lihavoitu) Punkaharjun vuoden 2003 kylvökokeessa. N=11.

| | Jälki-itäminen, % |
|------------------------------|-------------------|
| 1000-siemenpaino | 0,653 (0,029) |
| Itävyys, 7 vrk | 0,356 (0,283) |
| Itävyys, 14 vrk | 0,391 (0,235) |
| Alkuperälämpösumma | -0,722 (0,012) |
| Tuleentumispaikan lämpösumma | 0,212 (0,532) |
| Lämpösummaero | 0,930 (0,000) |



Kuva 1. Kylvöpiste, jossa on yksi kylvökesänä syntynyt taimi ja neljä jälki-itänyttä tainta kuvattuna alkukesällä kylvöä seuraavana vuonna (siemenviljelys nro 190, Punkaharjun vuoden 2002 koe). (valokuva Seppo Ruotsalainen)

sestä säätelystä. Vaikka siemenviljelyserien jälki-itävyys olikin yleensä suurempi kuin metsikköerien, on vaikea selittää, miten puiden kasvuun ja laatuun perustuva pluspuuvalinta olisi voinut lisätä puiden tuottaman siemenen jälki-itämisaipumusta. Kenties siemenviljelyssiemenen suurempi jälki-itäminen johtuu ravinteikkaan kasvupaikan tuottamasta suuremmasta siemenestä. Tämä siemenen kokoero oli hyvin nähtävissä tässä aineistossa, ja on osoitettu laajemmalla aineistolla (Savonen & Ruotsalainen 2005).

Tässä tutkimuksessa vahvistui jo aiemmin havaittu jälki-itämisen yhteys pohjoiseen alkuperään. Se että riippuvuus tulee esille, vaikka siemen on tuleentunut eteläisessä lämpimässä ilmastossa, viittaa

syvempään geneettiseen itämisaipumuksen säätelyyn, joka ei ole riippuvainen pelkästään siemenen tuleentumisasteesta. Kenties siemenen tuleentumisympäristön valoilmastollakin on vaikutusta itämisaipumuksen nopeuteen ja sitä kautta myös jälki-itämisaipumukseen.

On mielenkiintoista havaita, että tulosten mukaan jälki-itämisen alkuperäriippuvuus ei ole niinkään yhteydessä alkuperäalueen absoluuttiseen kylmyyteen vaan siihen, miten paljon siemenviljelyn alkuperän lämpösomma poikkeaa siemenen syntypaikan lämpösommasta. Tämän riippuvuuden varmistamiseksi olisi vastaava kylvökoe toistettava suuremmalla määrällä taustaltaan vaihtelevia eri siemenviljelyksiltä peräisin olevia siemeniä.

Myös jälki-itämisen kytkeytyminen painavaan siemenen vaatisiin lisätutkimuksiin. Jotta saataisiin selvyys siitä, mikä on siemenen alkuperän ja sen painon vaikutus jälki-itämiseen, pitäisi perustaa kylvökoe käyttäen useita siemenviljelysalkuperää olevia siemeniä, jotka on lajiteltu eri kokoluokkiin.

Jälki-itämisen määrään on voinut vaikuttaa käytetty siemenen peittäminen kylvön yhteydessä. Tietyissä tapauksissa se voi johtaa itämisen lykkäytymiseen seuraavaan kesään saakka. Siltä osin kuin jälki-itäminen on yhteydessä siemenen hitaampaan itämiseen, sillä voi olla merkitystä taimien kehitykseen taimitarhakylvöissäkin.



Kirjallisuus:

Cannelin, T. 1900. Utdrag ur berättelsen om några forstliga undersökningar och försök vid Mustiala åren 1896, 1897 och 1898. Finska forstföreningens meddelanden 16: 235–261.

Fleming, R. L. & Mossa, D. S. 1994. Direct seeding of black spruce in northwestern Ontario: Seedbed relationships. *The Forestry Chronicle* 70(2): 151–158.

Häggman, J. 1987. Voiko männyn siemen jälki-itää? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 115–122.

Häggman, J. 1992. Männyn siemenen laadun vaikutus jälki-itämiseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 79–83.

Lassila, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. *Acta Forestalia Fennica* 14: 1–95 + 3.

Lehtiniemi, T. 1973. Turvepuristeet ja männyn kylvö. *Silva Fennica* 7(4): 277–283.

Oldertz, C. 1921. Om orsaker till eftergroning hos norrlandstallens frö. *Skogsvårdsförbundets Tidskrift* 19: 157–172.

Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenzen. *Acta Forestalia Fennica* 1(2): 1–154.

Savonen, E.-M. & Ruotsalainen, S. 2005. Männyn siemenen koko ja sen vaikutus metsäkylvössä. *Taimiutiset* (2/2005): 19–21.

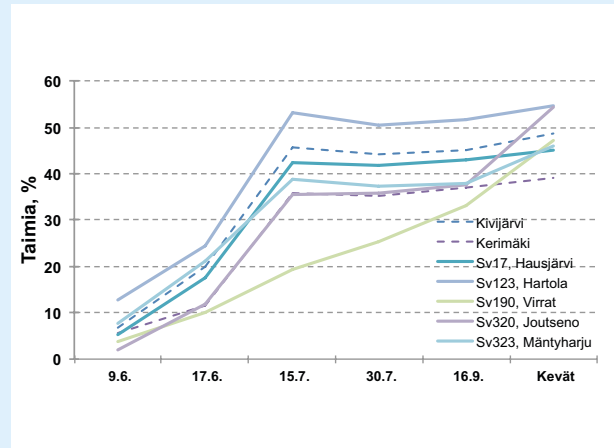
Sirén, G. 1952. Havaintoja Peräpohjolan valtion mailla vuosina 1948–50 suoritetuista männyn kylvöistä. *Silva Fennica* 78: 1–40.

Yli-Vakkuri, P. 1961. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. *Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta Forestalia Fennica* 74(1): 1–51.

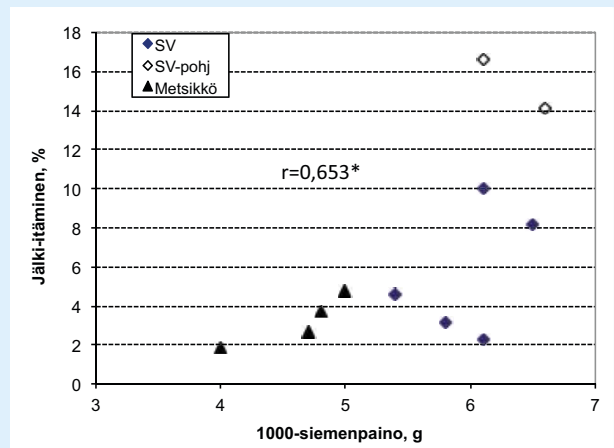
Wibeck, E. 1917. Om eftergroning hos tallfrö. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt No 13–14: 201–234.*

Wibeck, E. 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet. Resümée: Über den Zusammenhang zwischen der Keimfähigkeit des norrländischen Kiefersamens und der Sommertemperatur des Einsammlungsortes nebst einiger Nachreiferscheinungen beim Samen. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt No 17: 1–20.*

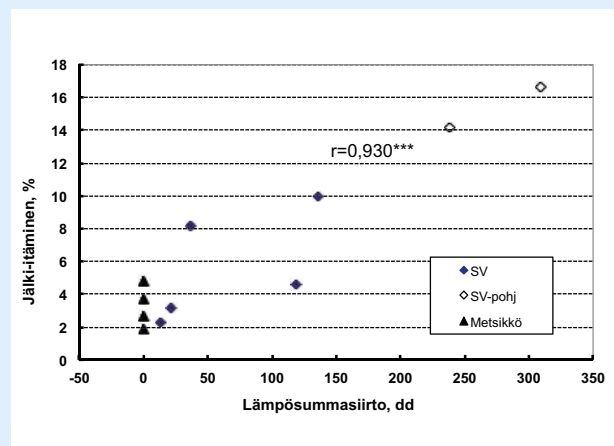
Winsa, H. 1995. Influence of rain shelter and site preparation on seedling emergence of *Pinus sylvestris* L. after direct seeding. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 10: 167–175.



Kuva 2. Taimettumisen kehitys eri inventointikerroilla Punkaharjun vuoden 2003 kylvökokeessa erällä siemennerillä (osa eristä jätetty pois kuvan selkeyttämiseksi). Kevään tiedot koostuvat syksyn inventointitiedoista, joihin on lisätty jälki-itäneiden taimien määrät (talvenaikaista kuolleisuutta ei ole huomioitu). Metsikköerät on merkitty katkoviivalla, siemenviljelyserät yhtenäisellä viivalla.



Kuva 3. Jälki-itämisen riippuvuus siemenen painosta Punkaharjun vuoden 2003 kylvökokeessa.



Kuva 4. Jälki-itämisen riippuvuus siemenen tuleentumispaikan ja alkuperäalueen lämpösummaerosta Punkaharjun vuoden 2003 kylvökokeessa.

Itääkö männyn siemen pimeässä?

MARKKU NYGREN

Muutamat tarhat ovat raportoineet vaihtelevista männyn orastumisista kevään kylvöissä. Erityisesti huolta on aiheuttanut joidenkin siemenerien hidaskäytös, vaikka siemenet laboratoriotesteissä ovat itäneet nopeasti ja täydellisesti. Eräänä syynä itämisen hidastumiseen tarhalla voi olla peittoaineen käyttö. Kylvöko-oon peitettynä siemenet joutuvat pimeään. Kotimainen mänty on kuitenkin tyypillinen esimerkki kasvilajista, jonka siemenet tarvitsevat valoa itääkseen nopeasti ja täydellisesti.

Selvitimme männyn siementen valoriippuvuutta siemenlaboratoriossa esikokeessa idättämällä muutamia siemeneriä sekä valossa että pimeässä.

Aineisto ja menetelmät

Vertailimme kahdeksaa kaupallista siemeneriä, jotka oli kerätty tuleentumisvuosina 2010–2013. Kontrollisiemenet idätettiin normaaleissa laboratorio-olosuhteissa, +20 °C:een lämpötilassa ja 18 tunnin päivänpituudessa kolmen viikon ajan. Samanaikaisesti testattiin näytteiden itävyys pimeässä sulkeamalla siemenet täysin pimeään ensimmäisen seitsemän idätysvuorokauden ajaksi. Tähän mennessä itäneet siemenet laskettiin ja itämättömät siirrettiin valoon, samoihin olosuhteisiin kuin kontrolli. Siemen tulkittiin itäneeksi, kun sirkkajuuren ja varren yhteispituus ylitti neljä kertaa siemen pituuden. Koe toistettiin neljä kertaa samoilla siemenillä ja samoissa olosuhteissa. Kullakin kerralla idätettiin 50–100 siementä/siemeneriä.

Taulukko 1. Kahdeksan eri mäntyerän itämistarmo (7 vrk) +20 °C:een lämpötilassa valossa ja pimeässä. Hakasuluissa näytteiden loppuitävyys 21 vrk:n kohdalla. Huom! Pimeässä idätetyt siirrettiin valoon itämistarmon laskennan jälkeen.

| Erä | Tuleentumisvuosi | Pimeässä | Valossa (18 h/vrk) |
|-----|------------------|------------------|--------------------|
| | | % (± keskivirhe) | |
| 1 | 2010 | 22±4 [94] | 90±3 [98] |
| 2 | 2011 | 39±5 [95] | 93±2 [98] |
| 3 | 2011 | 27±4 [95] | 76±3 [98] |
| 4 | 2012 | 48±5 [90] | 85±3 [96] |
| 5 | 2011 | 20±4 [84] | 83±4 [94] |
| 6 | 2012 | 16±4 [90] | 68±5 [96] |
| 7 | 2011 | 28±4 [89] | 90±3 [96] |
| 8 | 2013 | 37±5 [92] | 72±5 [97] |

Tulokset

Kaikki erät itivät pimeässä selvästi hitaammin kuin valossa (taulukko 1). Erien välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja pimeäitävyydessä. Selvää yhteyttä valossa tehtävän laboratoriotestin tuloksen ja pimeässä itävyyden välillä ei havaittu. Tosin pimeässä heikoimmin itänyt erä nro 6, iti hitaasti myös normaalissa testissä. Loppuitävyys 21 vrk:n kohdalla (pimeässä idätetyt näytteet siirrettiin 7 vrk:n jälkeen valoon itämään) olivat kaikissa näytteissä korkeita.

Fytokromi ohjaa itämistä

Tulokset vahvistivat aiemmat käsitykset männyn siementen valoriippuvuudesta. Asia on tunnettu huomattavan kauan, koska ensimmäiset havainnot tehtiin jo Saksassa 1930-luvulla. Myöhemmin ruotsalaisen prof. Nymanin ja Suomessa prof. Sarvaksen saamat tulokset vahvistivat, että meikäläinen männynsiemen käyttäytyy samalla tavalla kuin keskieuropalaiset lajikumppanit.

Miksi sitten osa männyn siemenistä tässäkin esikokeessa iti täydellisessä pimeydessä? Kyse on siemenissä olevan *fytokromipigmentin* määrästä, mikä ohjaa itämisen käynnistymistä.

Fytokromilla on kaksi muotoa, lepotilainen P_{660} ja itämisen käynnistävä muoto P_{730} . P_{660} imee tehokkaasti punaista valoa (aallonpituusalueen maksimi n. 660 nm) ja muuttuu valokemiallisen reaktion kautta aktiiviseen muotoon. Viimeksi mainittu imee tehokkaasti kaukopunavaloa (aallonpituusalueen maksimi 730 nm) ja reagoi siihen palaamalla lepotilaan P_{660} . Vastaava palautuminen tapahtuu myös pimeässä, mutta hitaammin (kuva 1). On osoitettu, että säteilyttämällä männyn siemeniä ennen idätystä vuorotellen välittömästi toisiaan seuraten em. aallonpituusalueiden valolla viimeiseksi annettun säteilyannoksen laatu määrää sen, itävätkö siemenet (kuva 2).

Niissä siemenissä, jotka eivät kykene itämään täysin pimeässä, pigmentin ”aktiivista” muotoa

P₇₃₀ ei ole syntynyt riittävästi siementen kehityksen ja käsittelyn aikana. Valossa ja pitkän päivän olosuhteissa ”fytokromitase” muodostuu positiiviseksi, koska aktiivimuotoa kehittyy enemmän kuin mitä sitä ehtii palata takaisin lepotilaan.

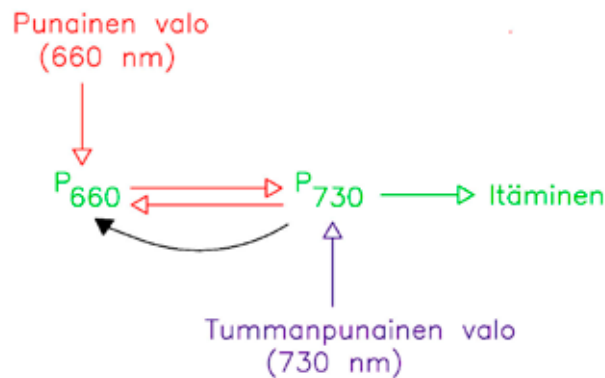
Hyvinkin pieni valomäärä riittää aikaansaamaan fytochromireaktion. Mm. prof. Sarvas totesi männyn siementen reagoivan valoon, jonka voimakkuus oli noin 0,05 W/m², mikä vastaa loistelampun alla noin 3 luxin valaistusvoimakkuutta (= valovirtaa neliömetrin alalle). Normaali huonevalaistuksen voimakkuus on keskimäärin pari sataa luxia. Reaktiot ovat myös nopeita, joten lyhytkin valotus on tehokas. Jos käytetään aallonpituusalueita, joita fytochromi imee tehokkaimmin (punavalo 660 nm), puhutaan muutaman kymmen minuutin vasteajoista.

Kuivatkin siemenet reagoivat valoon

Yleisesti ajatellaan, että varastokuivat siemenet ovat lepotilassa eikä mikään ulkoinen tekijä vaikuta niihin ennen kuin ne ovat kostuneet. Männyn siemenet kuitenkin reagoivat valoon myös kuivina. Ruotsalaisen Nymanin tutkimuksissa varastokuivien siementen esivalotus 24 tunnin ajan loisteputkien alla (valaistusvoimakkuus 4000 luxia) nosti pimeäitävyyden noin 12 %:sta lähes 80 %:iin. Näin aikaansaatu itävyyden paraneminen näytti myös säilyvän siemenissä pitkään. Esivalotuksen vaikutus näkyi siemenissä vielä 35 kuu-kauden varastoinnin (pimeässä +3–4 °C:een lämpötilassa) jälkeen.

Onko kylvökuopassa pimeää?

Edellä esitetyn perusteella peittoainetta tulisi kylvökuoppaan käyttää hyvin säästeliäästi, jotta päivänva-



Kuva 1. Periaatekuva fytochromin toiminnasta. Pigmentti P₆₆₀ (lepotila) siirtyy punaisen valon vaikutuksesta tilaan P₇₃₀, mikä käynnistää itämisen. Aktiivimuoto P₇₃₀ palautuu takaisin lepotilaan joko tummanpunaisen valon vaikutuksesta tai pimeässä.

lo pääsisi osumaan siemeneen. Valon sammumisesta peittoaineessa näytti olevan vähän selvityksiä, joten teimme siitäkin asiasta pienen esikokeen. Valotimme käytössämme olleita valoantureita eri vahvuisten hiekka-, vermikuliitti- ja vaahtolasikerrosten alla. Käytimme kolmea erilaista valolähdettä: valkoista valoa, itämistä edistävää punavaloa sekä itämistä jarruttavaa kaukopunavaloa. Tulokset osoittivat kaikkien valolaatujen sammuvan nopeasti ohuessa-kin hiekka- ja vermikuliittikerroksessa. Jo 5 mm:n vahvuinen kerros vaimensi säteilyn murto-osaan ”vaapaasta” säteilystä. Sentin vahvuisen kerroksen alta ei valomäärää enää pystynyt mittaamaan (taulukko 2). Vaahtolasi näytti läpäisevän valoa paremmin kuin hiekka tai vermikuliitti.

Taulukko 2. Valon sammuminen eri vahvuisissa hiekka-, vermikuliitti- ja vaahtolasikerroksissa. Valolähteenä led-lampuilla tuotettu valkoinen valo sekä puna- ja kaukopuna-alueet. Hiekan raekoko 2–4 mm.

| | | Valkoinen valo μmol m ⁻² s ⁻¹ | Punavalo (660 nm) | Kaukopuna (730 nm) |
|---------------|--------------------|--|-------------------|--------------------|
| Peittoaine | Kerros-paksuus, mm | | | |
| Hiekka | 0 | 127,4 | 58,2 | 9,6 |
| | 5 | 0,05 | 0,03 | 0,00 |
| | 10 | – | – | – |
| Vermikuliitti | 0 | 122,6 | 57,2 | 9,5 |
| | 5 | 0,02 | 0,02 | 0,00 |
| | 10 | – | – | – |
| Vaahtolasi | 0 | 124,6 | 57,5 | 8,9 |
| | 5 | 0,28 | 0,14 | 0,01 |
| | 10 | – | – | – |

Siementen keräysajankohta ja valoriippuvuus

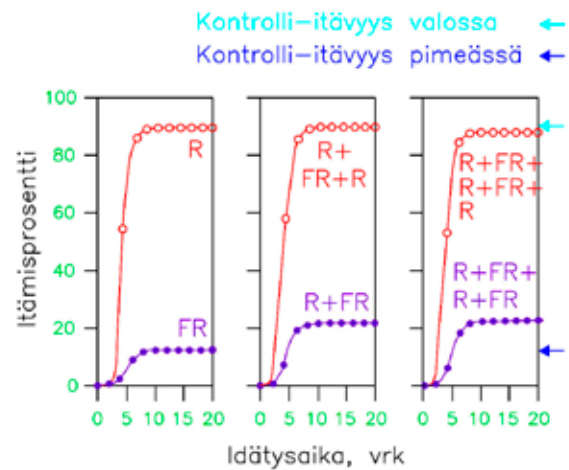
Aikaisemmista kokeistamme löytyy viitteitä siitä, että männyn siementen keräysajankohta vaikuttaa aktiivisen fytochromin määrään siemenissä ja säätelee niiden valoriippuvuutta. Metsikkösiemenillä tehdyssä kokeessa pimeäitävyys kehittyi keräysjakson aikana syyskuun alun viidestä prosentista noin 85–90 %:n tasolle joulukuuhun mennessä. Vastaavana aikana kerättyjen siementen itävyys valossa oli käytännössä koko keruujakson ajan yli 90 % (taulukko 3).

Taulukko 3. Männyn metsikkösiemenen itävyys (21 vrk) +20 °C:een lämpötilassa valossa ja pimeässä keruuaikakohdan mukaan. Kullakin keräyskerralla kerätty 36 käpyä kahdeksasta koepuusta, jotka valittiin arpomalla 94 koepuun joukosta. Siemeniä 303–581 kpl/näyte.

| Keräysaika | Pimeässä % (±keskivirhe) | Valossa (24 h/vrk) |
|---------------|-----------------------------|--------------------|
| Syyskuu 2. | 5±3 | 83±9 |
| Syyskuu 17. | 52±6 | 98±2 |
| Lokakuu 5. | 55±6 | 96±3 |
| Lokakuu 26. | 82±5 | 98±2 |
| Marraskuu 15. | 90±3 | 95±3 |
| Joulukuu 13. | 85±6 | 96±3 |

Lisävaloa kylvöksille?

Edellä esitetyn perusteella uskaltaa suositella esivalotusta männyn siemenierille, jos epäilee niiden kykyä itää pimeässä. Valotuskokeita on parhaillaan menossa metsäpuiden siemenlaboratoriossa Luken Suonenjoen toimipaikassa. Parhaimmillaan ratkaisut voivat olla yksinkertaisia. Led-valoilla voidaan nykyisin valottaa siemeniä juuri halutulla, esimerkiksi ”aktiivisella” 660:n nanometrin aallonpituusalueella. Tällöin valotusaikoja voidaan todennäköisesti lyhentää muutamasta tunnista jopa muutamaan minuuttiin.



Kuva 2. Männyn siementen itävyys valossa ja pimeässä (kontrollit) sekä itävyys pimeässä punavalolla (R) ja kaukopunaisella valotuksella (FR) tehdyn esivalotuksen jälkeen. Kumpaakin valoa annettiin 30 minuutin ajan, kuuden tunnin kuluttua itämisen aloittamisesta. (Nyman 1963).

Kirjallisuutta

Nygrén, M. 1986. Syksyllä kerätty männyn siemen vaatii valoa itääkseen. *Metsä ja Puu* 1986:1.

Nygrén, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882.

Nyman, B. 1963. Studies on the germination in seeds of Scots pine. *Studia Forestalia Suecica* Nr. 2.

Sarvas, R. 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. *Oikos* 2(1): 109–119.

Männyn kylvöalojen maanmuokkaus - uutta menestystarinaa metsästämissä

PEKKA HELENIUS

Vielä 30 vuotta sitten äestys oli maanmuokkauksen yleismenetelmä metsänuudistamistavasta ja puulajista riippumatta. Poikkeuksena oli lähinnä vain auraus Pohjois-Suomessa. Kuusen viljelyssä muokkauksen eriytyminen eli siirtyminen äestyksestä mätästyksen eri muodoissaan on yhdessä paakkutaimien yleistyksen kanssa ollut sekä taimien elossa olon että kasvun kannalta menestystarina, joka hakee vertaistaan.

Männyn kylvössä merkittävin edistysaskel on ollut kylvön ja maanmuokkauksen yhdistäminen ja tähän liittyvä konekylvölaitteiden kehitys. Kylvöalat muokataan kuitenkin samoilla menetelmillä kuin ennenkin eli äestämällä ja laikuttamalla. Tämän myötä myös kylvöalojen taimettuminen on pääosin entisellä tasollaan (10–20 %). Vaatimaton taimettuminen heijastuu käytäntöön mm. metsäkylvön suurena vuotuisena siementarpeena (8 000–10 000 kg) ja siemenkustannuksen suurena osuutena (> 40 %) koneellisen kylvön kokonaiskustannuksista. Kylvötaimikoille on tunnusomaista myös hidas alkukehitys.

Taimettumisen parantamiseksi ja taimien alkukehityksen nopeuttamiseksi tarvitaan joko nykyisten muokkausmenetelmien räätälöintiä paremmin kylvöön soveltuviksi tai kokonaan uutta, erityisesti männyn kylvöalojen muokkaukseen tarkoitettua menetelmää.

Ristiriitaisia vaatimuksia

Kylvösiemen tarvitsee itääkseen yleensä kontaktin kivennäismaahan, koska maasta kapillaarisesti nouseva vesi on tärkein siemenen itämiskosteuden saavuttamiseen ja ylläpitämiseen vaikuttava tekijä. Sirkkataimen kasvu on puolestaan riippuvainen veden lisäksi myös ravinteista. Humus sisältää runsaasti ravinteita, mutta siemenen vedensaannin turvaamiseksi sitä joudutaan yhdessä pintakasvillisuuden kanssa siirtämään sivuun kylvöalustalta. Ravinteiden menetyksen ja siitä aiheutuvan sirkkataimien hitaan kasvun lisäksi humuksen siirtämisen hintana on kylvöalustan altistuminen rousteelle (kuva 1).

Rouste ei aina tapa tainta, mutta vaurioittaa usein juuristoa, minkä seurauksena taimen kasvu on hidasta myös kylvövuotta seuraavana kesänä. Tämä altistaa taimet uusille roustetuhoille toisena kylvön jälkeisenä talvena ja näin noidankehä on valmis.



Kuva 1. Puhtaassa kivennäismaassa kasvaneet ja pieniksi jääneet sirkkataimet ovat altteimpia roustetuhoille. Hienojakoisilla mailla tuho on usein totaalinen (a). Karkeammilla mailla taimi voi jäädä eloon, mutta sen kasvu on hidasta juuristovaurioiden takia (b). Taimen tyvellä näkyy myös tukkimiehentäin syöntivioitus. (valokuvat Pekka Helenius).

Kylvöalustan valmistamisessa joudutaan siis tasapainoilemaan veden saatavuuden, ravinteiden saatavuuden ja roustetuhoriskin kanssa. Hyvä kompromissi on yrittää paljastaa kivennäismaan ja humuksen rajapinta ilman kivennäismaan liiallista mylläämistä. Kivennäismaan paljastaminen altistaa sen suurille lämpötilavaihteluille ja sen myötä rousteen esiintymiselle, mutta usein vasta kivennäismaan rakenteen rikkoutuminen muokkauksessa varsinaisesti laukaisee rousteen muodostumisen.

Haihdunta ja siemensyönti kuriin

Vaikka kylvöalustassa olisi vettä saatavilla, sen pinnalle paljaaksi jäävän siemenen voi olla vaikeaa saavuttaa ja ylläpitää itämiseen vaadittavaa kosteutta voimakkaasta haihdunnasta johtuen. Tilapäinen kuivuminen sinänsä ei ole tuhoisaa itäyttömälle siemenelle. Se kuitenkin viivästyttää itämisen käynnistymistä ja näin ollen pidentää aikaa, jonka siemen on alttiina siemensyönnille. Siemenkuoren aukeamisen jälkeen kuivuminen johtaa siemenen / idun tuhoutumiseen.

Siemenen vesitaloutta voidaan parantaa ja siemensyöntiriskiä pienentää peittämällä siemen ohuella (~1 cm) kivennäismaa- tai humuskerroksella. Etenkin humuspeitto auttaa myös juurtumisen alussa olevaa siementä pysymään sijoillaan voimakkaalla sateella.

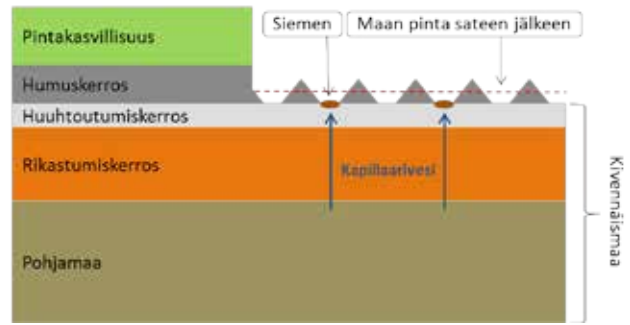
Tarvitaanko valoa?

Männyn siemen reagoi valoon ja esimerkiksi taimitarhakylyssä siementen peittäminen on hidastanut orastumista joillain siemenerillä (ks. s. 10–12). Metsäkylyssä siementen peittämisen tuomat edut itämiselle ovat kuitenkin suurempia, kuin valon puuttumisen mahdollisesti aiheuttama haitta. Koneellisesti muokattujen uudistusalojen käsinkylyssä siementen huolellisella peittämisellä on päästy yli 50 % taimettumiseen.

Männyn siemenen itämisen valoriippuvuus voidaan myös poistaa kylmäkäsittelyllä. Samalla siemenen kyky itää alhaisissa lämpötiloissa paranee, mistä voi olla hyötyä aikaisessa kevätkylyssä.

Miten siemen saadaan peittoon konekylyssä?

Kylvökohteet ovat usein niin kivisiä ja maastoltaan epätasaisia, ettei siementen kylväminen koneellisesti suoraan oikeaan syvyyteen välttämättä onnistu. Helpompaa on yrittää tehdä kylvöalustan pintaan matalia uria tai muuta riittävän pienipiirteistä korkeusvaihtelua ja antaa eroosion hoitaa peittämisen (kuva 2).



Kuva 2. Kylvösiemen lienee teknisesti helpointa saada sopivalle syvyydelle tekemällä kylvöalustan pintaan matalia uria ja antamalla eroosion hoitaa siemenen peittämisen. Siemen tarvitsee itääkseen kontaktin kivennäismaahan, mutta aivan kaikkea humusta ei ole tarpeen poistaa kylvöalustalta.

Jotta eroosio olisi hallittua ja edesauttaisi kylvön onnistumista, muokkausjäljen tulisi olla uria lukuun ottamatta mahdollisimman tasainen. Nykyiset kylvölaitteet kylvävät siemenet tasavälein muokkausalustalle ja syntyvän taimikon tilajärjestyksen kannalta on eduksi, että siemenet jäävät lähelle putoamispaikkaansa, eivätkä kasaudu esimerkiksi voimakkaan sateen kuljettamana alavampiin kohtiin muokkausjäljessä.

Tuunattu laikkuri

Nopein tapa yrittää parantaa konekylytuloksia on nykyisen maanmuokkauskaluston räätälöinti paremmin kylvöön soveltuvaksi. Hyvä esimerkki tästä on Kone-Yijälä Oy:n metsäkoneenkuljettaja Jouni Vastamäen suunnittelema ja valmistama kylvömuokkausterä kaksirivisen Bracke M25.a laikkurin mätäspyörään (kuva 3). Terän leveys estää sitä uppoamasta liian syvälle kivennäismaahan ja siihen hitsatut kettinkilenkin puolikkaat tekevät laikun pintaan matalia uria. Leveä terä kaventaa myös jonkin verran jatkuvatoimisten laikkureiden mätäspyörien väliin jäävää, kylvöaloille melko leveää muokkaamatonta alaa ja parantaa sen myötä myös syntyvän taimikon tilajärjestyksiä. Terillä voidaan tehdä myös laadultaan kohtuullisia mättäitä.

Äestysten kehittäminen avainasemassa

Tuoreille äestysaloille on tyypillistä, että suurin osa kylvöalustasta on rakenteeltaan rikkoutunutta ja löyhää kivennäismaata, jossa lautasen kynsien raapimat poikittaisvaot ovat siemenen kokoon nähden turhan syviä (kuva 4a). Tällainen kylvöalusta on altis sekä eroosiolle että rousteelle, minkä seurauksena taimia syntyykin usein vaon reunaan lähelle humusta (kuva 4 b).



Kuva 3. Kylvömuokkausterät jatkuvatoimisen Bracke M25.a laikkurin mätäspyörissä. Terä on kiinni mätäspyörässä vain kahdella pultilla, joten se on helppo vaihtaa alkuperäisen terän tilalle. (valokuva Pekka Helenius)

Uusimmissa äesmalleissa vaon pohjan korkeusvaihtelua on saatu pienennettyä lautasen ja kynsien muotoilulla sekä parantuneella hydraulikalla. Harkinnan arvoinen kokeilu voisi olla myös erillinen kylvömuokauslautanen tavallista tiheämmällä hammastuksella, jonka avulla vaon pohjalle saataisiin syntymään nykyistä enemmän ja / tai matalampia uria sekä humus- ja kivennäismaapinnan vaihtelua (kuva 2).

Toinen vaihtoehto on tehdä muokkaimesta kaksivaiheinen kiinnittämällä lautasen taakse siementen peittymistä edesauttava lisäosa, esimerkiksi joustava kettinkilaahus, joka tekee lautasen paljastaman kivennäismaan pintaan sopivan urituksen. Lisäosan tulee olla rakenteeltaan kuitenkin riittävän yksinkertainen ja järeä, jotta se kestää osumia kiviin, kantoihin ja hakkuutähteisiin.

Siemenet peittoon seulomalla

Seulakauha on suunniteltu erilaisten maa-ainesten, kompostin ja jätteiden käsittelyyn, kun lopputuotteelta vaaditaan hienoa raekokoa ja tasaista laatua.

Kaivinkoneeseen kiinnitettyä seulakauhaa kokeiltiin myös kylvösiementen peittämiseen kesällä 2013. Kauhahan kärjellä paljastettiin ensin kivennäismaan pinta, sen jälkeen siihen kylvettiin käsin 30 siementä ja lopuksi kylvös peitettiin seulomalla kauhalla ohut kerros siihen kertynyttä maata siementen päälle (kuva 5).

Seulomalla peitetyissä laikuissa oli kylvövuoden syksyllä lähes kaksi kertaa enemmän taimia kuin peittämättömissä vertailulaikuissa (22 / 13). Talven aikana taimimäärä pieneni molemmissa käsittelyissä ja samalla ero niiden välillä hieman tasoittui (11 / 7). Koe vahvisti aikaisemmat havainnot peittämisen myönteisistä vaikutuksista orastumiselle ja erityisesti sen, että peittäminen voidaan tehdä onnistuneesti tavallisella seulakauhalla ilman muutostöitä.

Kylvömuokkainta odotellessa

Nykyisissä äkeissä ja jatkuvatoimisisissa laikkureissa on paljon erilaisia säätömahdollisuuksia, joita täysimääräisesti hyödyntämällä saadaan aikaan kohtuullista kylvöalustaa useimmilla kohteilla. Oleellista on



Kuva 4. Äestysaloilla suurin osa vaon pohjasta on usein irtonaista ja ravinnepöyhää kivennäismaata, joka ei ole paras mahdollinen alusta siementen itämiselle ja sirkkaimien kasvulle (a). Taimia syntyy yleensä vaon reunaan, missä ne myös kasvavat parhaiten (b). (valokuva Pekka Helenius)



Kuva 5. Seulakauhan kärjellä tehtyyn kivennäismaalaikkuun kylvetyt männyn siemenet peitettiin seulomalla niiden päälle ohut kerros seulakauhaan kertynyttä maata. (valokuva Pekka Helenius)

tarkkailla humuskerroksen paksuuden vaihtelua ja käyttää sellaista painatusta, lautaskulmaa jne. mikä riittää juuri ja juuri kivennäismaan pinnan paljastamiseen. Tästä hyöttyy myös urakoitsija vähäisempänä muokkaimen kulumisena ja polttoaineen kulutuksena.



Kirjallisuutta:

- Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Rapporter nr. 13.
- de Chantal, M., Rita, H., Bergsten, U., Ottosson Löfvenius, M. & Grip, H. 2006. Effect of soil properties and soil disturbance on frost heaving of mineral soil: a laboratory experiment. Canadian Journal of Forest Research 36(11): 2885–2893.
- Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkaamisesta. Folia Forestalia 137.
- Nyman, B. 1963. Studies on the germination in seeds of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) with special reference to light factor. Studia Forestalia Suecica Nr. 2.
- Oleskog, G. & Sahlén, K. 2000. Effects of seedbed substrate on moisture conditions and germination of *Pinus sylvestris* seeds in a clearcut. Scandinavian Journal of Forest Research 15(2): 225–236.
- Saksa, T. Kuusen istutustaimien menestyminen ja tukkimiehentäin tuhot eri tavoin muokatuilla uudistusaloilla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2011: 91–105.
- Sarvas, R. 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. Oikos 2(1): 109–119.

Kuusen siemenviljelykset kukkimaan

PEKKA HELENIUS, RISTO HAGQVIST JA TIINA YLIOJA

Kuusen istutuksen suosion lisääntymisen johdosta Suomen taimitarhoilla tuotetaan nykyisin yli kaksi kertaa enemmän kuusen taimia kuin 30 vuotta sitten. Tämä yli 50 miljoonan taimen lisäys on siemenmääräksi muutettuna noin 500–600 kg. Kuusen siemenviljelykset eivät ole pystyneet vastaamaan lisääntyneeseen siementarpeeseen vähäisen pinta-alan, harvoin toistuvan kukinnan sekä siemensatoja verottavien tuohyönteisten ja sienitautien takia. Jalostetun eli siemenviljelyksillä tuotetun siemenen osuus kuusen taimitarhakylvöissä onkin ollut viimeisen kymmenen vuoden aikana keskimäärin vain 42 %. Tästä osa on ollut Ruotsista tuotua siementä. Heikko varasottilanne on johtanut äkillisiin ja suurin vuosivaihteluihin kuusen siemenviljelyssiemenen käytössä (kuva 1). Kuusen siementuotannon lisäämiseen on kuitenkin jo olemassa toimiva menetelmä.

Kukittaminen keksittiin mutta jäi vajaalle käytölle

Metsänjalostussäätiö aloitti vuonna 1978 Helsingin yliopiston kanssa yhteistyön, jonka tavoitteena oli nopeuttaa kuusen kukintasykliä jalostustöitä varten ja kasvattaa kuusen siemenviljelysten siemensatoja gibberelliinihormonien keinotekoisella lisäyksellä eli kukittamisella (Luukkanen 1980). Gibberelliinit ovat yksi puun omista hormoniryhmistä, jotka yhdessä auksiini- ja sytokiniinihormonien kanssa säätelevät kasvua, solukoiden erilaistumista ja sitä kautta myös kukintaa.

Pulverimaisia gibberelliinihormoneja (GA 4/7) sekoitettiin aluksi veteen ja etanolin (2 %) seokseen, jota suihkutettiin puun versojen päälle, kunnes ne kastuivat märäksi. Myöhemmin 1980-luvun puolivälissä siirryttiin injektointiin etanoliin liuotettuja gibberelliinejä suoraan puun runkoon porattuun pieneen reikään, joista liuos kulkeutui puun latvukseen pääasiassa veden haihduntavirtauksen mukana. Alkuun kokeilut tehtiin muovihuoneessa, mutta myöhemmin myös avomaalla.

Tulokset injektoinneista olivat erittäin lupaavia (kuva 2). Käsitelyyn vaikutus oli voimakkaimmillaan, kun lämpösummakertymä oli 200–300 astevuorokautta. Kertymän alaraja saavutetaan Etelä-Suomessa yleensä kesäkuun puolivälin paikkeilla, minkä jälkeen käsittelyyn on aikaa vajaa pari viikkoa sääoloista riippuen. Alle 10 metrisille puille riittävä annos gibberelliinihormonia oli 60 mg yhdellä kerralla annettuna.

Vuoteen 1992 mennessä pääosa menetelmän biologisista perusteista oli saatu selville (Hagqvist 1992). Risteytystöitä helpottamaan menetelmä oli otettu pienessä mitassa heti 1980-luvulla.

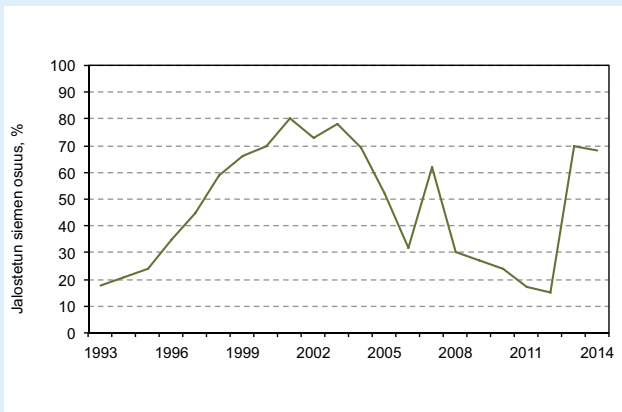
Vielä 1990-luvulla uskottiin kuusen siemenviljelysten kukinnan paranevan tulevaisuudessa eikä menetelmän viimeistelyyn siemenviljelyksille katsottu olevan tarvetta. Olihan ensimmäinen runsas käypysatovuosi 1989 vielä tuoreessa muistissa. Myöhemmin 2000-luvulla jouduttiin kuitenkin toteamaan, että kuusen siemenviljelysten huonot kukintavuodet olivat tulleet jäädäkseen. Menetelmän jatkokehityksen ja käytön

esteeksi oli tässä vaiheessa jo tullut uusittu kemikaalilainsäädäntö kalliine lupineen ja rekisteröintineen.

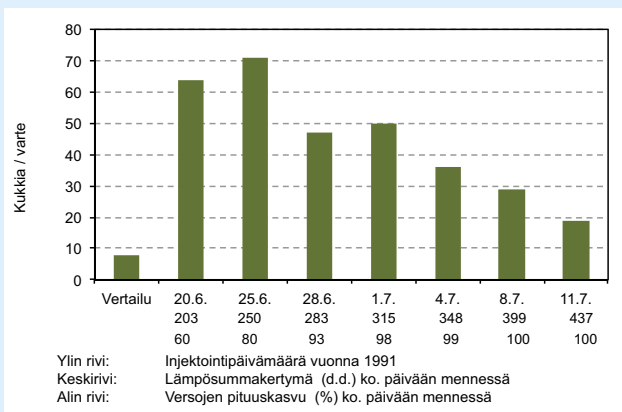
Kukittamisen renessanssi

Kuusen siemenpulan edelleen jatkuessa ja pahentuessa menetelmän käyttöä alettiin harkita uudelleen 2010-luvulla. Ensimmäinen uusi koe tehtiin yhteistyössä Siemen Forelia Oy:n kanssa Suholan siemenviljelyksellä (SV 403) Jo-roisissa kesällä 2011. Etanoliin liuotettua gibberelliinihormonipulveria (GA 4/7) injektointiin ennalta valittuihin vartteisiin kesäkuun 13. päivä, jolloin lämpösummaa oli kertynyt 300 astevuorokautta. Pulverin toimitusvaikeuksien takia ajoitus oli optimiin nähden hieman myöhässä. Lämpösummakertymä oli tuolloin pitkän ajan keskiarvo selvästi edellä ja injektoinnin jälkeenkin oli hyvin lämmintä, eli olosuhteet kukkasilmujen muodostumiselle olivat hyvät. Vartteet olivat vajaa kymmenmetrisiä ja niiden rinnankorkeusläpimitta oli noin 18 cm. Annostus oli 50 mg hormoneja per varte.

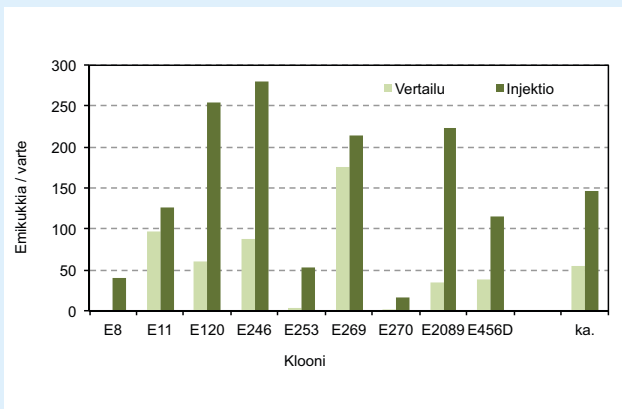
Myös uusi koe osoitti, että hyvissä olosuhteissa kukittamismenetelmä toimii: injektoiduissa vartteissa oli keskimäärin lähes kolme kertaa enemmän emikukkia kuin vertailupuissa (kuvat 3 ja 4). Pienellä aineistolla tehdyn tutkimuksen mukaan kukittaminen ei vaikuttanut siementen itävyyteen, mutta pienensi joillain klooneilla hieman siementen tuhatjyväpainoa. Vastaavanlaisia tuloksia sekä emikukkamäärän että tuhatjyväpainon osalta on saatu myös ruotsalaisissa tutkimuksissa.



Kuva 1. Jalostetun siemenen osuus kuusen taimitarhakylvöissä Suomessa vuosina 1993–2014. Lähde: Elintarviketurvallisuusvirasto Evira.



Kuva 2. Gibberelliinihormonien (GA 4/7) injektointiajakohdan vaikutus kuusen emikukintaan Pieksämäellä vuosina 1991–1992 tehdyssä kokeessa. Annostus oli 60 mg GA 4/7 vartetta kohti (Hagqvist 1992).



Kuva 3. Gibberelliinihormonien (GA 4/7) injektioin vaikutus kuusivartteiden vuoden 2012 emikukintaan klooneittain Suholan siemenviljelyksellä Joroisissa tehdyssä kokeessa.

Suholan koetta jatkettiin injektoimalla samoista klooneista uudet vartteet kesällä 2012. Tällöin sääolot olivat kuitenkin epäedulliset kukkasilmujen muodostumiselle, eikä käsitteily lisännyt kukintaa. Epäedullisten sääolojen lisäksi käsittelyn tehoa heikensi edellisen vuoden hyvä kukinta. Tällaisissa olosuhteissa käsittelyt tuleekin jättää tekemättä.

Toimii myös männyllä

Tutkimusten mukaan gibberelliini-injektio lisää kukintaa myös männyllä, mutta käsittelyn ajoitus ja vaikutus poikkeavat kuusesta. Käsittelyllä saadaan toivottu vaikutus useammin kuin kuusella, lähes joka vuosi, mutta suhteellinen käpymäärän lisäys on pienempi. Männyllä menetelmä voi toimia myös hyvän käpyvuoden jälkeen. Paras käsittelyajankohta männyllä on, kun lämpösuumaa on kertynyt 700–800 d.d., eli Etelä-Suomessa heinäkuun lopulla.

Gibberelliinivalmiste kohta markkinoilla

Ruotsissa rekisteröitiin vihdoinkin vuonna 2011 havupuiden siemenviljelysten kukittamiseen tarkoitettu hormonivalmiste Gibb Plus Forest. Siinä on tehoaineena samoja gibberelliinihormoneja (GA 4/7), mutta sen pitoisuus on pienempi (10 mg/ml) kuin Suomessa aikaisemmin testatuissa, pulverista valmistetuissa liuoksissa (50 mg/ml). Ruotsissa valmiste on jo laajamittaisessa käytössä: vuonna 2013 sillä käsiteltiin 145 ha ja vuonna 2014 edelleen 60 ha kuusen siemenviljelyksiä. Vuonna 2015 myös Norjassa on aloitettu vastaavat kokeilut kuusen siemenviljelyksillä.

Gibb Plus Forest -valmiste luokitellaan kasvunsäätteeksi ja se kuuluu kasvinsuojelun hyväksymiskäytännön piiriin. Suomessa sitä ei ole vielä hyväksytty käytettäväksi havupuiden siemenviljelyksillä, mutta hyväksymisprosessi on jo vireillä Ruotsissa toimivan maahantuojan toimesta Luonnonvarakeskuksen avustuksella. Valmistelle saataneen jo ensi vuodeksi käyttöluupa myös Suomeen, mikä myötä gibberelliini-injektioin lupatekniset esteet poistuvat ja menetelmä voidaan ottaa laajamittaiseen käyttöön.

Kuluneella kasvukaudella valmisteella tehtiin kokeita Tukesin myöntämän koetointiluvan turvin sekä Siemen Forelia Oy:n että Tapio Silva Oy:n eri-ikäisillä kuusi- ja



Kuva 4. Suholan kuusisiemenviljelyksen koevarte, jossa injektiolla aikaansaatu emikukinta ulottuu maahan asti kesällä 2012. Normaalisti emit sijaitsevat latvuksen yläosassa. (valokuva Risto Hagqvist)



Kuva 5. Neulaventtiilillä varustettuja injektiojärkiä kuusen rungolla. Oikeanpuoleinen kärki on lyöty rungon sisään ja valmis aineen injektioon. (valokuva Risto Hagqvist)

mäntysiemenviljelyksillä Etelä- ja Keski-Suomessa (kuvat 5 ja 6). Kukinnan lisäksi tullaan arvioimaan myös valmisteen vaikutusta siementen laatuun. Edellä mainitut siemenviljelysten omistajat ovat olleet tässä kehittämistyössä vahvasti mukana.

Gibb Plus Forest -valmiste on laimeampaa kuin pulverista tehty liuos, joten sitä joudutaan antamaan aikaisempaa suurempi määrä puuta kohden (2–10 ml puun läpimitasta ja puulajista riippuen). Vanhan menetelmän lääkeruiskulla tällaisen määrän annostelu on liian hidasta. Toimivaksi ratkaisuksi on osoittautunut amerikkalaisen ArborSystemsin Wedgle Direct-Inject -laite, jossa puun runkoon lyödään ensin erityinen injektointikärki (kuva 5) ja sen jälkeen valmiste injektoidaan kärjen kautta puuhun erillisellä injektorilla (kuva 6). Isoilla puilla tarvitaan 2–4 kärkeä. Injektorilla voidaan annostella liuosta suoraan siihen kiinnitettävästä pienestä pullosta (120 ml) tai letkun välityksellä selkärepussa olevasta isommasta pullosta (1000 ml). Kun liuos on imeytynyt runkoon, kärki irrotetaan ja käytetään uudelleen.

Sato suojaan tuholaisilta

Gibberelliinillä aikaan saatu kukinnan lisäys on suojattava käpy- ja siementuholaisilta. Kukittamisko-keiden yhteydessä tullaan selvittämään mahdollisuus injektoida kasvinsuojeluainetta tuhohyönteisiä vastaan samanaikaisesti gibberelliinihormonin kanssa. Ruotsissa tehdyissä kokeissa abamektiinia tehoaineena sisältänyt valmiste vähensi käpykoisan aiheuttamaa vioitusta. Suomessa alustavat tulokset vuoden 2014 injektioinneista eivät ole lupaavia, mutta testattu kasvinsuojeluaine ei ollut optimaalinen. Myös muita torjuntakeinoja kehitetään.



Kuva 6. ArborSystemsin Wedgle Direct-Inject -laitteisto (a) sekä Gibb Plus Forest -valmisteen injektointia laitteistolla kuusivartteen runkoon Isoahon siemenviljelyksellä Tam- melassa kesäkuussa 2015 (b). (valokuvat Risto Hagqvist ja Pekka Helenius)

Kannattavuudesta

Ruotsissa tehdyt laskelmat yhden lisäsiemenkilon tuottamisen kokonaiskustannuksista gibberelliini-injektiolla nuorehkoilla siemenviljelyksillä vaihtelevat 14–70 euron välillä riippuen siitä, kuinka useana vuotena menetelmä toimii. Vanhoilla siemenviljelyksillä kustannukset lienevät tätä korkeammat, mutta nykyisillä kuusen siemenhinnoilla (> 1000 euroa/kg) käsittely on silti hyvin kannattavaa, ellei tule pahoja hyönteis- tai sienituhoja.

Tehtaat käyntiin

Suomessa oli vuoden 2014 lopussa yhteensä 370 ha rekisteröityä, valtion merkittävällä tuella perustettuja kuusen siemenviljelyksiä. Ilman kukittamista ja tuhojen torjuntaa nämä suuret investoinnit vaatineet ”siementehtaat” ovat pysähdyksissä suuren osan ajasta tai tuottavat epäkuranttia tavaraa.

Pulverimaisilla gibberelliinihormoneilla useana vuonna tehdyt kokeet Suomessa ja Ruotsissa osoittavat, että oikein ajoitetulla ja hyvissä olosuhteissa tehdyllä injeksiolla kuusen emikukkamäärä on mahdollista yli kaksinkertaistaa. Lisäys on monesti tätä suurempikin. Mikäli olosuhteet kukkasilmujen muodostumiselle ovat epäedulliset, ei injeksiolla ole toivottua vaikutusta. Nämä vuodet voidaan kuitenkin usein tunnistaa jo etukäteen.

Hutivuosista huolimatta menetelmällä voidaan helpottaa pulaa jalostetusta kuusen siemenestä taimitarhoilla ja saada vietyä vuosikymmeniä jatkuneen jalostustyön hyödyt metsätalouteen nykyistä tehokkaammin. Määrällisen vaikutuksen lisäksi injektointi laajentaa myös siemenerien geneettistä pohjaa, koska sen myötä myös heikosti kukkivat kloonit tulevat mukaan keruuseen. Erityisen hyvin menetelmä sopii uusille nuorille 1,5-polven kuusen ja männyn siemenviljelyksille, joiden tuottama entistä suurempi jalostushyöty halutaan lähivuosina saada nopeasti laajaan käyttöön.

Tärkeimmät menetelmän jatkokehitykseen liittyvät tavoitteet ovat 1) pystyä ennustamaan vuodet, jolloin injeksiolla saadaan voimakkain vaikutus kuusen kukintaan, 2) löytää sopivat gibberelliinihormonin annosmäärät suurille puille vanhoilla kuusen siemenviljelyksillä, ja 3) löytää tehokkaita keinoja indusoidun siemensadon suojaamiseen tuhohyönteisiltä. Injektiioon soveltuvien vuosien ennustamisessa lupavimpia työkaluja ovat touko-kesäkuun lämpösummakertymä ja sademäärä.

Aiheesta enemmän:

Almqvist, C. 2014. Ruotsissa panostetaan tosissaan siemenviljelyssiemeneseen. Taimiutiset 3/2014.

Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. Fröplantager – anläggning och skötsel. Skogforsk.

Hagqvist, R. 1989. Kukittamistekniikalla lisää vauhtia kuusen jalostukseen. Summary: Considerable progress in promotion of flowering in Norway spruce. Metsänjalostussäätiö 1988 -vuosijulkaisu.

Hagqvist, R. 1992. Effect of GA 4/7 injection on flowering of field grown Norway spruce. Seminaariesitys, pohjoismaisten metsänjalostajien kokous. Biri, Norja. 13.–15.10.1992. Moniste, 8 s.

Luukkanen, O. 1980. Hormonikäsittely lisää muovihuoneessa kasvatettujen kuusenvartteiden kukintaa. Hormonal treatment increases flowering of Norway spruce grafts grown in a plastic greenhouse. Metsänjalostussäätiö 1979 -vuosijulkaisu.

Pukkala, T., Hokkanen, T. & Nikkanen, T. 2010. Prediction models for the annual seed crop of Norway spruce and Scots pine in Finland. *Silva Fennica* 44(4): 629–642.

Rosenberg, O., Almqvist, C. & Weslien J. 2012. Systemic insecticide and gibberellin reduced cone damage and increased flowering in a spruce seed orchard. *Journal of Economic Entomology* 105(3): 916–922.



Vain siemeniä, kiitos!

KATRI HIMANEN



Kuva 1. Tyhjät paakut taimikennostoissa voivat johtua monen muun syyn ohella siemeniän roskaisuudesta: kylvökone voi tulkita pihkapallot ja kävyn kannat siemeniksi. (valokuva Katri Himanen)

Asetus metsänviljelyaineiston kaupasta edellyttää puhtaustiedon antamista siemenenerästä jokaiselle ostajalle. Siemeniän lajipuhtauden tulee asetuksen mukaan olla vähintään 99 %, eli toisten lajien siemeniä saa olla alle prosentti myytävän erän painosta. Puhtaiden siementen osuus tulee ilmoittaa aina, ja lisäksi muiden lajien siementen ja roskien painoprosenttiosuudet tulee eritellä, mikäli muiden lajien osuus on yli 0,05 painoprosenttia.

Puheena oleva asetus toteaa, että siementen laadun arvioinnissa tulee noudattaa mahdollisimman tarkoin kansainvälisesti hyväksytyjä menetelmiä. Mitä nämä menetelmät ovat puhtauden määrittämisessä? Noudatetaanko näiden menetelmien ohjeita ja sopivatko ne meidän olosuhteisiimme?

Kuinka paljon on paljon?

Taimitarhurin ja taimien ostajan kannalta lajipuhtaus on luonnollisesti tärkeää, mutta olemattomaltakin tuntuvat määrät muita kappaleita kuin varsinaisia itäviä siemeniä näkyvät lopulta taimitarhalla saannossa. Jos siemeniän jytysistä vaikkapa 0,7 % on pihkapalloja, kävynkantoja tai muuta roskaa – jotka kylvölaite tulkitsee siemeniksi – 10 miljoonan taimen tuotannossa tämä merkitsee yksisiemenkylvössä 70 000 tyhjää paakkua (kuva 1). Taimilajista riippuen tämä tarkoittaa taimien menetystä noin 10 000–25 000 € arvosta.

Siemeniän itävyys lasketaan lisäksi suhteessa itämiskelpoisiin kappaleisiin. Roskat ja rikkinäiset siemenet tulevat siis itämättömien siementen päälle. Jos siementen

itävyys on 96 %, mutta itämättömiä kappaleita on erässä edellä mainittu 0,7 %, uskaltaako silloin enää tehdä yksisiemenkylvöä? Huomionarvoista on myös, että roskat ovat pääsääntöisesti siemeniä kevyempiä, joten painoprosentti on aliarvio itämättömien kappaleiden osuudesta.

Kuinka puhtaus määritetään?

Asetuksen mainitsemat kansainvälisesti hyväksytyt siementen analyysimenetelmät tarkoittavat käytännössä kansainvälisen siementestausjärjestö ISTA:n (International Seed Testing Association) ohjeiden noudattamista, jotka on referoitu suomeksi mm. Metsäpuiden siemenoppaassa (Nygren 2003).

Puhtausmääritys alkaa näytteenotolla siemenestä. ISTA:n säännöissä siemenenä on jakamaton kokonaisuus. Tämä tarkoittaa, että vaikka siemenenä olisi jaettu useampaan astiaan, sille määritetään vain yksi puhtausarvo osanäytteiden avulla. Mikäli siemenenä on jaettu esimerkiksi 1–4 pakkaukseen, jokaisesta näistä otetaan kolme osanäytettä satunnaisesti ja nämä yhdistetään kokonaisnäytteeksi, jonka katsotaan edustavan koko erää. Osanäytteiden lukumäärä muuttuu pakkauslukumäärän muuttuessa. Kokonaisnäytteestä otetaan eränäyte, ja tästä edelleen työnäyte. Työnäytteen tulee sisältää vähintään 2500 siementä. Männyllä ja kuusella tämä tarkoittaa noin 20 grammaa.

Kahdenkymmenen gramman painoinen näyte tulee punnita kolmen desimaalin tarkkuudella. Ohjeet punnitustarkkuuteen löytyvät niin ikään ISTA:n ohjeista ja siemenoppaasta. Riippumaton työnäyte saadaan otettua näytteenottokairalla tai näytteenjakajalla. Näytteenotosta on kerrottu tarkemmin esimerkiksi Taimi uutisten numerossa 3/2014 (Nygren 2014). Kaikki näytteessä olevat siemenet

jaetaan silmämääräisesti arvioiden kolmeen luokkaan: 1) puhtaat siemenet, 2) muiden lajien siemenet, 3) roskat.

Arvioinnin erikoisena piirteenä on puhtaiden siementen määrittelmä. Puhtaksi siemeniksi luetaan ehjien ja terveiden siementen lisäksi myös siementen kappaleet, jotka ovat suurempia kuin puolikas siemen (kuva 2). Samoin hyönteisten tai tautien vioittamat saman lajin siemenet lasketaan puhtaksi siemeniksi. Vain kokonaan kuoriutuneet siemenet luetaan roskiksi. Toisin sanoen pahastikin mekaanisesti vaurioituneet siemenet kuuluvat puhtaiden siementen luokkaan, vaikka ne eivät tule itämään tai ainakaan tuottamaan elinkelpoista tainta. Tämä juontaa juurensa ISTA:n maataloustaustaan ja viljanjyväänalyysiin: rikkiäinen vehnänjyvä voi kasvaa taimeksi, mutta rikkiäinen havupuun siemen ei.

Yhdysvalloissa ja Kanadassa noudatetaan siemenanalytiikassa AOSA-järjestön (Association of Official Seed Analysts) ohjeistusta. AOSA:n puhtausmäärityssäännöt ovat pääosin yhteneväiset ISTA:n ohjeiden kanssa, muun muassa

näytekokonaisuus on sama. AOSA:n sääntöjen mukaan siemenessä kiinni olevat lenninsiivet tulee kuitenkin irrottaa puhtausmääritystä tehtäessä ja laskea nämä kuuluvaksi roskeisiin.

Molempien järjestöjen ohjeistuksen mukaan analyysi jatkuu jaoteltujen ositteiden punnitsemisella. Jokaisen laatuluokan osuus koko näytteestä määritetään jakamalla tämän luokan paino ositteiden yhteispainolla. Yhteispainoa verrataan myös ennen jaottelua tehtyyn punnitustulokseen: näin selviää onko analyysin aikana kadonnut materiaalia. Puhtausanalyysin tulos esitetään painoprosentteina yhden desimaalin tarkkuudella siten, että kaikkien ositteiden yhteispaino on 100. Osite, jota on vähemmän kuin 0,05 painoprosenttia ilmoitetaan merkinnällä ”hiukan”.

Koivuilla ja haavalla erivapaudet

Asetuksen mukaan koivun, haavan ja lepän siementen puhtautta ei tarvitse ilmoittaa. Tämä johtuu näiden lajien siementen pienestä koosta sekä siemeniä ympäröivästä rakenteesta – lenninsiivistä ja norkkosuomuista – jotka tekevät puhtausmäärityksestä haastavaa. Toisaalta koivun taimitarhakylvöt tehdään nykyisin pääasiassa pilleröidyllä siemenellä. Pilleröinti edellyttää puhdasta ja lenninsiivettöntä siementä, minkä tuottaminen onnistuu tarvittaessa. Tällöin myös puhtaus tieto olisi ostajan kannalta hyödyllinen, vaikka asetukset ei sitä edellytä.



Kuva 2. Siemenen työnäytteestä (noin 20 g) erotetut täydet ja rikkoutuneet (vasemmalla) siemenet sekä ISTA:n määritelmän mukaiset roskat (oikealla). (valokuvat Katri Himanen)

Sopiiko ISTA:n menetelmä meille?

ISTA:n ohjeistama puhtausmäärityksen tapa on yksiselitteinen ja kansainvälisesti tunnettu, mutta sopii puutteellisesti Suomen nykyisiin olosuhteisiin ja tuotantokäytäntöihin. Ensimmäinen haastava vaihe analyysissä liittyy edustavan näytteen ottamiseen. ISTA lähtee ajatuksesta, että siemenenä on homogeeninen kokonaisuus, vaikka se olisi jaettu useampaan pakkaukseen. Käytännössä kuitenkin yhden kantatodistuksen alainen erä on jaettu moniin säiliöihin tai pakkauksiin karistuksen ja siementen puhdistuksen jälkeen, joten yksi puhtausanalyysi koko erästä ei kuvaa ostajan saamien siementen puhtautta edustavasti. Ratkaisuna on joko siemenen nykykäytäntöä huolellisempi sekoittaminen homogeenisuuden saavuttamiseksi tai useiden, pakkauskohtaisten puhtausanalyysien tekeminen. Jälkimmäinen tapa poikkeaa ISTA:n säännöstä.

Metsäpuiden maatalouskasveihin verrattuna piskuisille siemenereille ja -pakkauksille sopivia näytteenottokairoja on heikosti markkinoilla, joten osa-erä- ja työnäytteiden harhaton ottaminen on vaikeaa. Samoin luotettavan puhtausmäärityksen tekeminen edellyttää herkkää ja kalibroitua vaakaa. Jos näitä ei ole, tarkkaa puhtautietoa ei ole mahdollista tuottaa. Siemenpakkauksessa siemenet lajittuvat pakkausta liikuteltaessa painon mukaan, joten kanisterin pinnalta tai vaihtoehtoisesti pohjalta kauhaistava näyte ei ole edustava. ISTA ohjeistaa myös, että puhtausanalyysitulokset annetaan yhden desimaalin tarkkuudella. Esimerkiksi myyntipakkauksen ilmaus ”Puhtaus % 99” tai usean desimaalin tarkkuudella annettava puhtautieto ei noudata ISTA:n ohjetta.

Toinen ongelma liittyy rikkoutuneiden ja hyönteisten vaurioittamien siementen luokitteluun. Siemenen käyttäjän kannalta ne ovat roskaa, mutta ISTA määrittää ne ehjiksi siemeniksi. Kun kerran ISTA:n ohjeesta poiketaan muutenkin, pitäisikö luokittelussa ottaa huomioon havupuiden biologia ja laskea ne ehjien siementen sijaan roskiksi? Näitähän ne siemenen käyttäjän näkökulmasta kuitenkin ovat.

Siementen lajittelua ei voi tehdä niin, että hukataan paljon hyvää siementä täydellisen puhtauden saavuttamiseksi. Karistamalla männylle tehtävissä IDS- ja Prevac-käsittelyissä poistuu siementen joukosta roskaa. Samoin ennen kylvöä taimitarhalla tehtävässä siementen liotuskäsittelyssä roskat ja muutoin vaurioituneet tai tyhjät siemenet kelluvat (esim. Himanen & Nygren 2014). Näillä menetelmillä on mahdollista kohottaa siemenen puhtautta silloin, kun painolajittelu ei riitä.

Puhtausmäärityksen ongelma kuitenkin pysyy näistä menetelmistä huolimatta. Nykytilanteessa aseutus vaatii ISTA:n ohjeistuksen noudattamista, mutta käytännössä tämä on vaikeaa. Vaikka ohjetta noudatettaisiin, siitä saatava tieto ei ole siemenen käyttäjän näkökulmasta täysin mielekäs. Onko siis syytä muuttaa ISTA:n ohjetta, asetusta, siementuotannon käytänteitä, vai kaikkia niistä?



Kirjallisuus

Himane, K. & Nygren, M. 2014. Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings. *New Forests* 45(1): 71–82.

Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882. 138 s. + 6 liitesivua.

Nygren, M. 2014. Siemenerien laadun määrittämisestä: otanta, näytteen otto ja virhemarginaalit. *Taimi uutiset* 3/2014: 12–15.

Esimerkki kaupallisen siemenerän puhtausanalyysistä ja sen soveltamisesta

KATRI HIMANEN

Puhtaus määritettiin siemenkanisterissa varastoidusta, noin 1,5 kg kuusen siemenviljelyssiemenestä. Näytteenotokairalla otettiin kanisterista noin 20 gramman näyte ja tämän alkupaino punnittiin kolme desimaalin tarkkuudella. Näyte kaadettiin paperille ja kukin näytteen kappaleista arvioitiin silmämääräisesti. Siemeniä ei käännetty, vaan arvio tehtiin kertavilkaisulla.

Koska näytteessä ei havaittu muiden lajien siemeniä, ISTAn ohjeen mukaan olisi syntynyt vain kaksi ositetta: puhtaat siemenet ja roskat. Koetarkoituksessa näyte jaoteltiin kuitenkin kolmeen laatuluokkaan: 1) puhtaat ja ehjät siemenet, 2) rikkoutuneet ja hyönteisten vioittamat siemenet 3) roskat. Luokkaan kaksi sijoitettiin siis sellaiset siemenet, joiden ei voida olettaa itävän lainkaan tai ainakaan normaalisti.

Jaottelun jälkeen kunkin laatuluokan kokonaispaino punnittiin. Lukema täsmäsi alkupunnituksen arvoon, eli analyysin aikana ei ole ollut kadonnut materiaalia. Kunkin laatuluokan painoa verrattiin niiden yhteispainoon ja näin saatiin lasketuksi painoprosentit.

Kokeilua jatkettiin laskemalla mikä on kunkin määritetyn laatuluokan siementen osuus siemenerän *kappaleista* paino-osuuksien sijaan (taulukko 1). Koska havaitut roskat ja luokan 2 siemenet olivat pääosin ehjien siementen kokoisia, taimitarhan kylvökone tulkitsee ne todennäköisesti siemeniksi. Näin ollen siementen ostajan kannalta oleellinen tieto on muiden kuin itävien siementen

Taulukko 1. Kaupallisen kuusen siemenerän puhtausnäytteestä eroteltujen laatuluokkien paino- ja kappaleosuudet.

| Laatuluokka | Paino (g) lajittelun jälkeen | Osuus painosta, % | Kappaletta | Osuus kappaleista, % |
|--|------------------------------|-------------------|------------|----------------------|
| 1 – Ehjät siemenet | 20,570 | 99,2 | 3339 | 98,9 |
| 2 – Rikkinäiset ja hyönteisten vioittamat siemenet | 0,043 | 0,2 | 9 | 0,3 |
| 3 – Roskat | 0,133 | 0,6 | 28 | 0,8 |

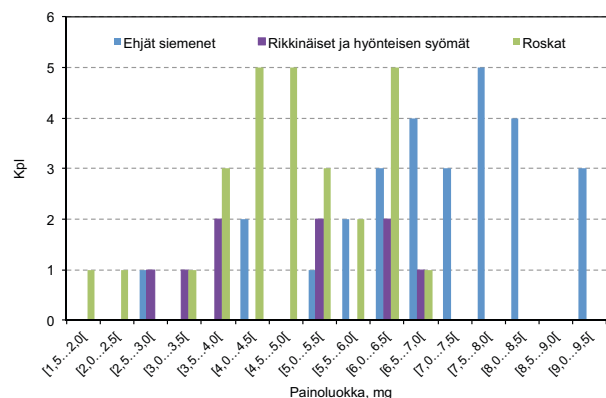
kappaleisuus. Luokkien 2 ja 3 sisältämien kappaleiden lukumäärä saatiin laskettua suoraan, mutta puhtaiden siementen lukumäärä laskettiin niiden painon ja tuhatjyväpainon (6,2 g) avulla. Laatuluokkien kappaleosuudet määritettiin vertaamalla niitä kokonaiskappalemäärään.

Tämän jälkeen luokkien 2 ja 3 jokainen kappale punnittiin mikrova’alla. Samoin punnittiin satunnainen joukko ehjiä siemeniä. Näin saatiin tietoa siitä, olisiko siemenerä saatu puhtaammaksi pelkällä hyvin onnistuneella painolajittelulla.

ISTAn sääntöjen mukaisen puhtausanalyysin mukaan siemenerässä oli siis 99,4 painoprosenttia ehjäksi laskettavia siemeniä (luokat 1 ja 2) (taulukko 1). Mikäli roskien lisäksi erotetaan myös mekaanisen vaurion tai hyönteistuhon vuoksi itämiskyvyttömäksi todettavat siemenet, ehjiä siemeniä oli 99,2 painoprosenttia. Jos

paino-osuuden sijaan tarkastellaan kappaleosuutta, siemenerässä ehjiä siemeniä oli ainoastaan 98,9 prosenttia. Ero ISTA-määrittelyn ja todellisuudessa taimen tuottavien yksilöiden määrässä on siis puoli prosenttiyksikköä.

Yksittäisten siementen ja roskien punnitus paljastaa, että ehjien siementen painot vaihtelevat suuresti (kuva 1). Roskat ja rikkinäiset tai hyönteisten vioittamat siemenet ovat keskimäärin ehjiä siemeniä kevyempiä, mutta eri luokkien painojakaumat ovat päällekkäiset. Pelkällä painolajittelulla tästä erästä olisi ollut vaikea saada eroon jokaista roskaa tai rikkinäistä siementä menettämättä jonkin verran kevyimpiä ehjiä siemeniä.



Kuva 1. Eri laatuluokkiin jaettujen kuusen siementen ja siemenerässä esiintyneiden roskien painojakaumat.

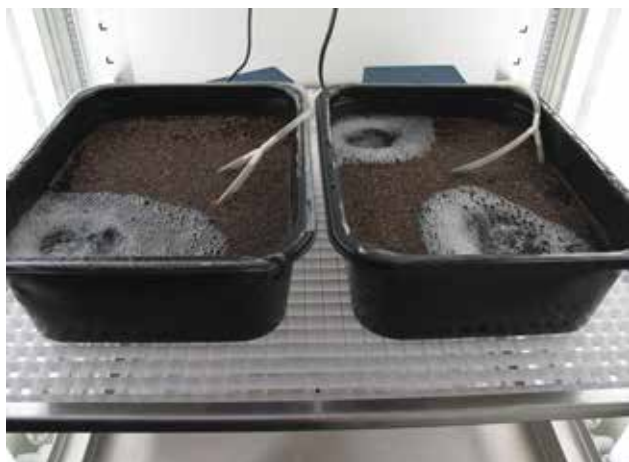
Yllättävän sitkeät kuusen siemenet

KATRI HIMANEN

Kuusen siementen itämistä voidaan jouduttaa taimitarhalla ennen kylvöä tehtävällä liotuskäsittelyllä. Kokeilun perusteella liotetut siemenet voi kuivata ja säilyttää viileässä. Muutaman kuukauden pituisessa varastoinnissa itämistarmon havaittiin kasvavan, mutta lopulta kosteiden siementen itävyys romahtaa.

Liotettujen siementen parasta ennen -päiväys?

Yksinkertaisella kuusen siementen liotuskäsittelyllä on mahdollista nopeuttaa itämistä muutamalla päivällä (Himänen ym. 2010). Tämän lisäksi niin sanotussa ilmastetussa liotuksessa – vettä hapetetaan akvaariopumpulla, joka samalla pitää siemenet liikkeessä – hyvistä siemenistä saadaan eroon pinnalle kellumaan jäävät roskat sekä tyhjät ja toukkaiset siemenet (Himänen & Nygren 2014). Taimitarhakylvössä tarvittavaa siemenmäärää ei ole helppoa ennakoita tarkasti, joten on uhkana, että liotettu siemen ei riitä koko kylvökseen ja kylvöä joudutaan jatkamaan kuivalla siemenellä. Tällöin osa kylvöksestä itää hie-man jälkijunassa. Toisaalta liian suuren määrän käsittelyssä on vaarana, että arvokasta siementä menee hukkaan. Tässä kokeessa testasimme, voiko liotetut siemenet kuivata uudelleen ja kuinka pitkään ne säilyvät hyvinä varastossa.



Kuva 1. Ennen varastointia siemeniä liotettiin 15 tuntia vedessä, jota ilmastettiin akvaariopumpuilla. Ilmastus pitää veden happipitoisena ja siemenet liikkeessä. (valokuva Katri Himanen)

Varastointikokeen perustaminen

Kuusen metsikkösiemeniä (T03-06-0421, Pab 2) liotettiin 15 tuntia ilmastetussa vedessä +15 °C:een lämpötilassa (kuva 1). Liotuksen päätyttyä kellumaan jääneet siemenet poistettiin. Pohjaositteesta otetun näytteen perusteella uponneiden siementen vesipitoisuus oli 29,5 % tuorepainosta (uunikuivausmenetelmä on kuvattu mm. Himänen ym. 2013). Siemenet jaettiin tämän jälkeen kahteen yhtä suureen osaan jakolaitteella.

Molemmat osat laitettiin kuivumaan olosuhdekaappiin, jonka ilman suhteellinen kosteus oli 35 % ja lämpötila +15 °C. Tasaisen kuivumisen varmistamiseksi siemenet olivat pienissä paristokäyttöisissä sekoittajissa, jotka pyörittivät siemenmassaa hitaasti. Toinen osa käsitellyistä siemenistä otettiin pois olosuhdekaapista 24 tunnin kuluttua, jolloin siementen vesipitoisuus oli laskenut 15 %:iin. Toinen osa oli olosuhdekaapissa 72 tuntia, jolloin vesipitoisuus oli laskenut 6,8 %:iin. Molemmat ositteet jaettiin tämän jälkeen viideksi 9 gramman näytteeksi kutakin idätyskertaa varten. Ositteet kuumasinetöitiin alumiinipusseihin (kuva 2) ja varastoitettiin jääkaappiin (+4 °C) odottamaan idätystä.

Itävyys testattiin heti kuivauksen jälkeen (0 kk) sekä 4, 7, 10 ja 14 kuukauden varastoinnin kuluttua. Jokaisella kerralla mitattiin varmuuden vuoksi myös siementen vesipitoisuus uudelleen. Idätystesti (16 × 25 siementä, 21 vrk) tehtiin +20 °C:een lämpötilassa. Siemen määritettiin itäneeksi, kun sirkkajuuri oli neljä kertaa siemenkuoren mittainen. Itävyyden verrokkina käytettiin suoraan varastosta otettuja siemeniä, joiden vesipitoisuus oli 6 %.

Lyhytaikainen varastointi onnistui hyvin

Liotetut ja tämän jälkeen 6,8 % vesipitoisuuteen kuivatut siemenet itivät tasaisen varmasti kaikilla idätyskerroilla (kuva 3). Liotuskäsittelyn seurauksena itämistarmon eli itämisprosentti 7 vuorokauden kohdalla nousi hiukan verrattuna suoraan varastosta otettuihin siemeniin.

Sen sijaan liotettujen ja 15 % vesipitoisuuteen kuivattujen siementen itämistarmon oli selvästi käsittelemättömiä siemeniä korkeampi aina 10 kk varastointiin saakka. Paras tulos saatiin 4 kk varastoinnin kohdalla, jolloin itämistarmon oli noussut viisinkertaiseksi



Kuva 2. Siemenet varastoititiin jääkaapissa (+4 °C) kuumasinetöidyissä alumiinipusseissa, joissa siementen vesipitoisuus säilyi muuttumattomana. (valokuva Katri Himanen)

verrokkisiemeniin nähden. Huomionarvoista kuitenkin on, että viimeisellä idätyskerralla (14 kk) itämistarmon romahti 5,5 %:iin ja lopullinen itämisprosentti (21 vrk) putosi niin ikään 62,5 %:iin. Täysin itämättömien siementen lisäksi viimeisellä idätyskerralla havaittiin runsaasti epänormaalisti itäneitä siemeniä: erityisesti sirkkajuuren kasvu oli epänormaalia monissa iduissa (kuva 4).

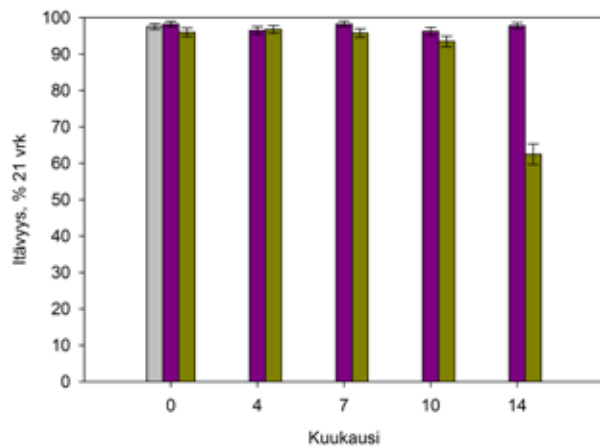
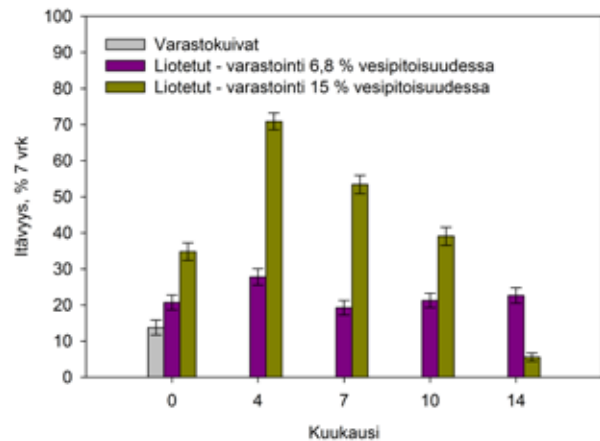
Ennakkokäsittelyllä joustoa kevään kiireisiin?

Liotetut siemenet näyttävät kokeen perusteella kestävän hyvin lyhytaikaisen varastoinnin, erityisesti jos ne kuivataan takaisin lähelle varastokosteutta. Esimerkiksi kevätkylvöistä ylijääneitä liotettuja siemeniä ei kannatakaan suoraan hylätä, vaan ne kelpaavat vaikkapa kesäkylvöön uudelleen kuivauksen jälkeen.

Kokeen siemenellä havaittiin stratifiointivaikutukseen rinnastettava itämistarmon nousu, kun siemenet varastoititiin 15 % vesipitoisuudessa. Puulajit, joilla esiintyy keruun jälkeinen siemenhorros, vaativat kunnolla itääkseen ns. stratifiointikäsittelyn, jossa kosteat siemenet varastoidaan muutaman kuukauden ajan viileässä. Vaikka metsäkuusta ei pidetä varsinaisesti horrostavana lajina, vastaava ilmiö on kuvattu mm. Eira-Maija Savosen (1998) julkaisussa. Tyypillisesti stratifioinnista hyötyvät vain tuoret siemenet. Näin ollen kahdeksan vuotta varastossa olleen koeerän reagointi oli yllättävää.

Koska kokeessa oli mukana ainoastaan yksi siemenet, on mahdotonta sanoa, kuinka yleistettävä tulos itämistarmon huomattava nousu korkeassa varastokosteudessa on. Asian varmistamiseksi on testattava useita siemenet. Samoin voi olla, että toisil-

la siemenetillä itämistarmon ja lopullisen itävyyden romahtaminen tapahtuu nyt havaittua nopeammin. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että liotuskäsittely on mahdollista tehdä kuukautta–paria ennen kylvöä, mikäli siementen kuivauksen pystyy tekemään hallitusti. Tämä antaa taimitarhalla mahdollisuuden tehdä käsittely ennen kiireisintä kevättaikaa. Vaihtoehtoisesti siementuottajat voisivat myydä ”viritettyä” siementä: liotuskäsittelyllä siemenetä saa eroon roskat ja itämistarmon saisi niin ikään korkeaksi. On kuitenkin muistettava, että kosteat siemenet ovat alttiita ääriolosuhteille: pakkasen tappaa märtä siemenet ja myös nopeasti korkeassa lämpötilassa kuivaamista pitää välttää.



Kuva 3. Varastokuivien sekä liotettujen ja tämän jälkeen 6,8 % ja 15 % vesipitoisuuteen kuivattujen siementen 7 ja 21 vrk:n itävyys (\pm SE) heti kuivauksen jälkeen sekä 4, 7, 10 ja 14 kuukauden kuluttua.



Kuva 4. Viimeisellä idätyskerralla (14 kk) 15 % vesipitoisuudessa varastoiduissa siemenissä havaittiin runsaasti epänormaalisti itäneitä siemeniä. (valokuva Katri Himanen)

Muista!

Kosteat siemenet ovat alttiita sekä kylmälle että kuumalle. Varastovesipitoisuutta kosteammat siemenet voivat kuolla pakkasessa ja niiden hengitys on sitä vilkkaampaa, mitä lämpimämmässä niitä pidetään. Liotettuja siemeniä ei voi pitää huoneenlämmössä juuri vuorokautta pidempään ilman itävyyden heikkenemistä. Ongelmia voi myös aiheuttaa mikrobien kasvu näissä olosuhteissa.

Kirjallisuus

- Himananen, K. & Nygren, M. 2014. Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings. *New Forests* 45(1): 71–82
- Himananen, K., Helenius, P. & Nygren, M. 2010. Liotuskäsittelyiden vaikutus kuusen siementen itämiseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2010: 103–114.
- Himananen, K., Nygren, M. & Helenius, P. 2013. Siementen vesipitoisuuden mittaaminen - eri menetelmillä erilaiset tulokset. *Taimi-uutiset* 3: 10–15.
- Savonen, E-M. 1998. Paakkuihin kylvettyjen kuusen siementen stratifiointi: vaikutus siementen itävyyteen ja itämisnopeuteen. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1/1998: 5–14.

Metsäpuiden siementen viljelyä Brittiläisessä Kolumbiassa

TIINA YLIOJA



Kuva 1. Voimakkaasti latvottu lehtikuusen (*Larix occidentalis*) siemenviljelys Kalamalkan siemenviljelyksillä Vernonissa. Kyltissä on runsaasti tietoa viljelmästä sekä lisäkyltti varoittamassa kasvinsuojeluaineiden käytöstä.

Kanadan läntisin provinssi Brittiläinen Kolumbia on tunnettu metsätaloudestaan ja siellä viljellään useita puulajeja. Provinssi omistaa noin 95% metsäalasta, josta lähes 60 prosenttia (55 milj. ha) on metsätalousmaata. Havupuiden osuus alasta on 83%. Provinssi vuokraa hakkuuoikeudet metsäyhtiöille. Vuokraan sisältyy aina metsänuudistamisvelvoite. Vuosittain istutetaan noin 250 miljoonaa tainta.

Rannikkoalue ja sisämaa poikkeavat puustoltaan. Eri puulajeille on omat siemenen käyttöalueensa,

joita parhaillaan muutetaan vastaamaan paremmin tulevaisuuden ilmastoa. Brittiläisen Kolumbian havupuita ovat douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*), kontortamänty (*Pinus contorta*), valkokuusi (*Picea glauca*) ja nk. interior spruce, joka on valkokuusen ja engelmännin kuusen (*P. engelmannii*) risteymä, Länsi-Amerikan valkomänty (*Pinus monticola*), ponderosamänty (*P. ponderosa*), lännenlehtikuusi (*Larix occidentalis*), Sitkankuusi (*Picea sitchensis*), hemlokit (*Tsuga* spp.), jalokuuset

(*Abies* spp.), jättituija (*Thuja plicata*) ja nutkansypressi (*Chamaecyparis nootkatensis*).

Brittiläisessä Kolumbiassa metsänviljelymateriaalista on säädetty laissa ja istutettavien taimien tulisi olla kasvatettu jalostetusta siemenviljelyssiemenestä. Nyt noin kolme neljänestä taimista on kasvatettu siemenviljelyssiemenellä. Erityisesti kontortamännyn siemenviljelyssiemenestä on pulaa, sillä siementarvetta on lisännyt vuorinilurin (*Dendroctonus ponderosae*) aiheuttamat laaja-alaiset metsätuhot.



Kuva 2: Valkomännyn (*Pinus monticola*) siemenviljelys Skimikin siemenviljelmällä Salmon Armsissa. Vartteiden muoto on saatu leikkaamalla niitä säännöllisesti lisäten käpyjä tuottavia oksia pystysuoraan kasvavan latvan sijaan. Heinätorjunta on tehty mekaanisesti.

Metsäpuiden siemenviljelykset

Ensi vaikutelma Brittiläisen Kolumbian havupuiden siemenviljelyksistä on, että ne ovat miniatyyreja verrattuna suomalaisiin niin pinta-alaltaan kuin vartteiden koolla mitattuna. Suomessa 2000-luvulla perustetut uudet kuusen siemenviljelykset ovat pinta-alaltaan 8,9 – 18 hehtaaria. Brittiläisessä Kolumbiassa pinta-alat ovat pienempiä puulajista riippuen. Vartteet viljellään myös jonkin verran tiheämmässä kuin Suomessa.

Esimerkiksi Skimikin siemenviljelyksillä siemenviljelyspinta-alaa on yhteensä vain 50 hehtaaria. Alueella on seitsemän valkokuusen ja Engelmanniin kuusen risteymän eli nk. interior sprucen (*Picea glauca/engelmannii*) siemenviljelystä, kaksi läntisen valkomännyn (*Pinus monticola*) sekä kolme kontortamännyn (*Pinus contorta*) viljelystä. Lisäksi alueella on viljelys, jonka tehtävänä on siitepölyn tuotto Vernonissa sijaitsevalle Kalamalkan siemenviljelyksille.

Usean puulajin siemenviljelmät on sijoitettu samoihin paikkoihin lähemmäksi. Kullakin siemenviljelyskeskittymällä on paikalla johtaja/hoitaja, ja tarpeesta riippuen yleensä vain kausihenkilökuntaa. Siemenviljelykset omistaa joko provinssi tai metsäyhtiöt tai näiden osuuskunnat, jotka ovat perustaneet siemenviljelykset yhteistyössä. Esimerkiksi Vernon Seed Orchard Companyn (VSOC) valkokuusen ja douglaskuusen siemenviljelykset Okanagan järven läheisyydessä omistaa kolmen metsäyrityksen muodostama osuuskunta.

Yritys nimeltä PRT toimittaa metsänviljelymateriaalia asiakkailleen. Armstrongissa sijaitsevan taimitarhan yhteydessä on lisäksi kuusi siemenviljelmää, joista viisi on kontortamännyn viljelystä ja yksi douglaskuusen.

Siemenviljelysten hoito

Siemenviljelyksiä hoidetaan intensiivisesti. Hyviä käytäntöjä hedelmäviljelystä sovelletaan metsäpuiden siementen viljelemisessä. Vartteille on järjestetty kastelu maan pinnalla

kulkevilla letkuilla. Kastelujärjestelmää voidaan hyödyntää myös vartteiden lannoituksessa.

Siemenviljelyksillä pitkäksi ehtineet vartteet latvotaan voimakkaasti (kuva 1). Siemenviljelyksillä vartteita leikataan ja muotoillaan jo nuoresta pitäen säännöllisesti (kuva 2). Vartteiden maksimipituudeksi on asetettu viitisen metriä. Vartteiden mataluus edesauttaa hoito-, keruu- ja torjuntatoimenpiteitä ja vähentää niiden kustannuksia. Matalilta viljelmiltä kävyt kerätään tikkain. Viljelmillä on käytössä myös useita henkilönostimia.

Brittiläisen Kolumbian puulajit tuottavat tasaisemmin siementä kuin vaikkapa suomalainen kuusi, jonka siemensadot ovat runsaita vain 1 – 2 kertaa vuosikymme-



Kuva 3. PRT yhtiön Vernonin siemenviljelyksistä vastaava Mike Brown (oikealla) keskustelemassa käpytuhoista tutkija Ward Strongin kanssa douglaskuusen siemenviljelmällä. Taustalla varte, jonka käpysatoa on indusoitu gibberelliinillä.



Kuva 4. Douglaskuusen siemenviljelmän kastelujärjestelmään on kytketty myös korkealla pylväiden päässä olevat sadettimet, joilla vähennetään viljelmän ulkopuolista pölytystä emikukinnan aikaan. Saanich Seed Orchard Vancouverin saarella.

nessä. Brittiläisen Kolumbian siemenviljelyksillä vartteiden kukintaa indusoidaan kukintahormooni gibberelliinillä. Eri vuosina eri kloonien vartteet saavat gibberelliiniä kukinnan indusoimaksi (kuva 3). Tämä tehdään huolella etsien indusoitavat vartteet viljelysten kloonikarttojen avulla. Näin siemenviljelys tuottaa tasaisesti vuosittain tarvittavaa siementä.

Siemenviljelyksen idea on, että metsänjalostusohjelmassa valitut hyvälaatuiset puut pölyttäisivät toinen toisiaan, jolloin saataisiin siemeniä, joissa puiden hyvät kasvu-, -laatu ja tuhokestävyysominaisuudet yhdistyisivät. Optimaalista jalostusarvoa vähentää taustapölytys eli osa siitepölystä (isä) kulkeutuu siemenviljelyksen ulkopuolelta. Saanichin siemenviljelyksellä douglaskuusen tapauksessa taustapölytystä ehkäistään sadetuksella (kuva 4).

Joillakin siemenviljelyksillä nuorempia vartteita on istutettu vanhojen vartteiden joukkoon korvaamaan viljelykseltä syystä tai toisesta kuolleet vartteet. Tällaiseen eri-ikäisyyteen oli päädytty myös, kun jälkeläiskokeiden perusteella oli havaittu, että tietyn puuyksilön jälkeläiset eivät olleet geneettisesti keskivertoa laadukkaampia. Tämän kloonin vartteet oli poistettu viljelmiltä. Vaikka nuorien vartteiden sijoittaminen

vanhempien joukkoon vaikuttaa hyvältä idealta vastustaa Kalamalkan siemenviljelysten johtaja Gary Giampa tätä ”paikkausmenetelmää”. Hän kertoo eripituisten vartteiden hankaloittavan hoitoa. Pienet vartteet jäävät isompien varjostamiseksi eivätkä menesty ja tuota käpyjä toivotusti.

Merkittävimmät tuholaiset

Brittiläisessä Kolumbiassa siemenviljelyksillä käytetään kasvinsuojeluaineita turvaamaan siemensatoa hyönteisiltä. Käpyjen ja siementen tuho-ongelmat liittyvät lähes poikkeuksetta käpy- ja siemenhyönteisiin. Kävyissä ei ole merkittäviä ruostetauteja.

Eräs vahingollisimmista tuhoniheuttajista on lude *Leptoglossus occidentalis*, joka on erityisesti kontortamännyn riesana (kuva 5). Laji on vieraslajina levinnyt Pohjois-Amerikasta myös Eurooppaan. Suomesta laji ei ole vielä raportoitu, mutta Norjasta ja Ruotsista on. Syksyisin laji hakeutuu talvehtimaan lämpimiin sisätiloihin, joten se havaitaan helposti. *Leptoglossus* –lude imee siemenet tyhjiksi. Yksi lude tuhoaa jopa 310 kontortamännyn siementä. Laji on kuitenkin moniruokainen eli se voi käyttää ravinnokseen myös douglaskuusen sekä eri mänty-, kuusi- ja jalokuusilajien siemeniä.

Douglaskuusen riesana ovat pienet äkämäsääsket, laji on ”douglaskuusen käpyäkämäsääski”, tieteelli-



Kuva 5. *Leptoglossus occidentalis* –lude valkomännyn kävyllä Saanichin siemenviljelmällä. Laji imee siemenet tyhjiksi. Tämä amerikkalainen vieraslaji saapui Italiaan ja on levinnyt laajalti Euroopassa, myös Pohjolassa. Saanichin siemenviljelyksellä luteiden löytäminen jo parissa minuutissa käynnistää torjuntatoimenpiteet.

seltä nimeltään *Contarinia oregonensis*. Aikuiset munivat emisuomujen väliin. Pienet toukat muodostavat äkämät siementen lähelle käpysuomuun pullistaen suomuja. Siemenet takertuvat kiinni suomuihin ja eivät välttämättä irtoa karistuksessa. Kun äkämäsääsken toukkia on oikein runsaasti, siementen kehitys pysähtyy.

Usealla havupuulajille aiheuttaa vahinkoa käpykoisan ”Pohjois-Amerikan serkku” *Dioryctria abietivorella*. Jos edellisessä kappaleessa mainitun äkämäsääsken tuho muistuttaa kuusenkäpysääsken aiheuttamaa, niin pohjois-amerikkalaisen koisan aiheuttama vahinko on identtinen eurooppalaisen käpykoisan aiheuttamalle vahingolle. Toukat syövät käpyihin käytävänsä, syövät kohtaamansa siemenet ja kuivattavat käpyjä.

Kasvinsuojelu

Siemenviljelyksillä käytetyin kasvinsuojeluaine on valmiste, jonka tehoaine on dimetooatti. Brittiläisessä Kolumbiassa on tehty työtä, jotta dimetooatille saataisiin vaihtoehtoja hyväksytyksi. Tämän laajakirjoisen tehoaineen hyväksyntä on poistunut jo monilta merkittävän isoilta käyttökohteilta, mutta hyväksyntä on jatkunut jostain syystä siemenviljelmillä. Pian se ei ole käytettävissä enää metsäpuiden siemenviljelyksiläkään.

Dimetooatin korvaamiseksi on tehty paljon tutkimus- ja kehitystyötä siemenviljelmillä. Vaihtoehtoiset kasvinsuojeluvalmisteet saavat hyväksyntänsä nyt siemenviljelyksille Brittiläisessä Kolumbiassa. Niiden tehoaineina ovat lambda-syhalotriini, spirotetramaatti ja spinetoram. Ne sopivat mm. sikäläisen käpykoisan *Dioryctria abietivorella*, *Leptoglossus occidentalis* -luteen ja *Contarinia oregonensis* -äkämäsääsken torjuntaan. Metsäpuiden siemenviljelyksiä varten näitä tehoaineita sisältäville valmisteille on tutkimuksissa määritetty siemenviljelyksille sopivat käyttömäärät ja ajoitukset.

Kasvinsuojeluaineiden hyväksymiskäytäntö Kanadassa on hyvin samanlainen kuin Euroopassa ja siten Suomessa. Kasvinsuojeluaineita testataan ensin koe-toimintaluvilla, jonka jälkeen siemenviljelyskäyttöön haetaan nk. URMU (User Requested Minor Use) – hyväksyntä. Tämä vastaa Eurooppalaista Minor use – hyväksyntää, jota hakee kasvinsuojeluaineen käyttäjä. Kasvinsuojeluaineiden hyväksynnässä siemenviljelyksille on ollut tärkeää saada kansallinen kasvinsuojeluaineviranomainen ymmärtämään erikoisen käyttökohteen ja siten auttamaan lupaprosesseissa. Tässä on vielä tehtävää Suomessa.

Integroitu torjunta on käytössä siemenviljelyksillä. Viljelykset niitetään koneellisesti ja luonnonkukkia suositaan: ne tarjoavat ravintoa kävyissä elävien tu-



Kuva 6. Saanichin siemenviljelyksestä vastaava tutkija Michael Stoehr esittelee käpykatosta, jonne on asetettu mal-lisäkit. Käpysäkkien ei anneta koskettaa maata ja ne varas-toidaan ilmastavasti.

hohyönteisten loisille. Kalliita kasvinsuojeluaineita käytetään vain tarvittaessa ja määritettyjen kynnyksarvojen ylityksessä. Esimerkiksi *Leptoglossus occidentalis* -luteen kanta arvioidaan kävelemällä viljelmällä puoli tuntia laskien kävyillä silmäkorkeudella näkyviä luteita. Kävely ajoitetaan sateettomaan aikaan klo 9:30 – 20:00 välisenä aikana lämpötilan ollessa 15 – 32 astetta ja tuulen nopeus alle 15 km/h. Jos näkee 1 tai 2 ludea puolessa tunnissa, niin on syytä ryhtyä torjuntatoimenpiteisiin.

Douglaskuusella *Contarinia oregonensis* -äkämäsääsken monitorointi on toistaiseksi vielä hankalaa, sillä on kerättävä 50:stä vartteesta keskilatvuksesta kustakin yksi emikukinto. Emisuomujen välistä on tarkistettava mikroskoopilla munien esiintymistä. Jos keskimäärin 2,6 emisuomulla per käpy on munia, niin torjunta voi olla järkevää riippuen siementarpeesta ja sadon arvosta. Lajille on kehitteillä feromonipyydyksiin perustuvat kannanseurantamenetelmä, joka helpottaa torjuntakynnyksen määrittystä jatkossa.

Pohjoisamerikkalaisen koisan *Dioryctria abietivorellan* torjuntaa ajoitetaan feromoniansojen avulla, mutta feromonipyydysten perhosmäärät eivät välttämättä kerro tulevan tuhon vakavuudesta. Tämän vuoksi noin kahden viikon päästä ensimmäisten perhosten saamisesta on alettava tarkkailemaan iskeytymisen merkkejä kävyissä eli pienen pieniä purukasoja. Tarvittaessa torjuntaan ryhdytään käpyyn tunkeutuvalla systeemisellä kasvinsuojelaineella.

Siemenhuolto

Kaikki Brittiläisen Kolumbian siemenet käsitellään yhdessä ainoassa siemenkeskuksessa, jonne alueen siementuottajat toimittavat käpynsä karistettavaksi. Siemenkeskus sijaitsee Surreyssä, lähellä Vancouveria. Siemenkeskuksen toiminnasta vastaa siementutkija, tohtori Dave Kolotelo. Hänen lisäksi keskuksessa työskentelee ympärivuotisesti karistamossa yksi henkilö ja karistusaikaan 5–6 kausityöntekijää. Siemenkeskus karistaa myös naapuriprovinssista Albertasta saapuvia käpyeriä. Ne saapuvat siemenkeskukseen isoissa valkoisissa säkeissä. Siemenkeskuksessa on myös monipuolinen siemenlaboratorio.

Brittiläisessä Kolumbiassa kävyt kerätään siemenviljelmiltä pieniin juuttisäkkeihin ja ne varastoidaan viljelmillä erityisissä käpykatoksissa. Käpysäkit säilytetään ilmastavasti käpykatoksessa olevien orsien päällä (kuva 6). Kukin säkki merkitään käpyerän tunnuksella. Kävyt kuljetetaan siististi Surreyn siemenkeskukseen.

Käpysäkkien sisältö tunnetaan siltä osin, että mistä klooneista keräyserä koostuu. Käpykeräys tehdään klooneittain siemenviljelmillä. Kullekin siemenerialle lasketaan efektiivinen populaatiokokoo, jotta siemenerialan geneettisestä monimuotoisuudesta varmistutaan.

Kun käpysäkit saapuvat siemenkeskukseen, ne siirretään heti katokseen suojaan sateelta ennen käsittelyä.

Karistuksen jälkeen siemenkeskus testaa siemenerialan monipuolisesti omassa laboratoriossaan. Siemenerialan hygieenisuus testataan taudinaiheuttajien osalta. Luonnollisesti siemenerialat röntgenkuvataan ja itävyys mitataan.

Kaikki siemenerialan tiedot syötetään SPAR-rekisteriin. Se on eräänlainen tietokanta, joka siementen ostajilla on käytössään. Tämän perusteella asiakkaat tilaavat siemenensä ja ilmoittavat milloin tarvitsevat ne. Taimitarhoilla ei ole siemenvarastoja, vaan siemenkeskus toimittaa siemenet varastostaan (kuva 7) juuri ennen tarvetta asiakkaalle. Kun tarve on ohi, niin ostaja palauttaa ylijääneet siemenet ja siemenkeskus huolehtii loppuerän varastointikuntoon.



Kuva 7. Siemenkeskuksen johtaja Dave Kolotelo esittelee siemenvarastoa, jossa säilytetään kaikki Brittiläisen Kolumbian siemenerialat. Siemenet varastoidaan muovipusseissa ruskeissa pahvilaatikoissa. Pussien suut ovat aavistuksen löysästi kiinni ja kosteuspiitoisuus varastossa säännelty.

Kiitokset

Kiitän Metsänjalostussäätiötä matkani rahoituksesta. Kiitän myös vierailuni pääisäntiä Ward Strongia ja Michael Stoehrria.

Valokuvat: Tiina Ylioja



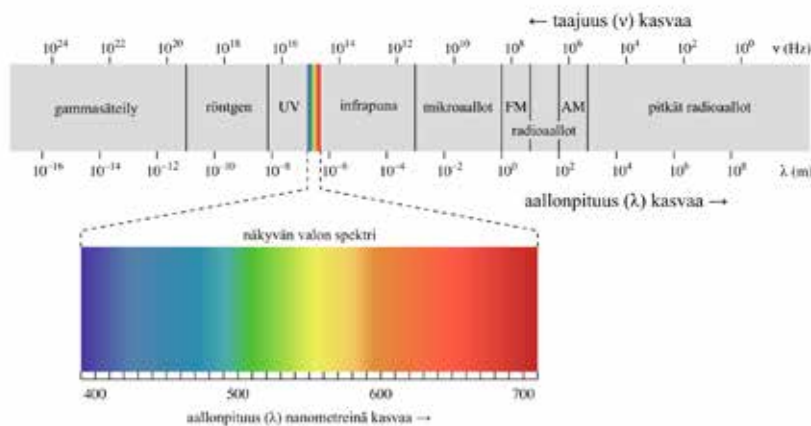
Julkaisusatoa

HYPERSPEKTRIKAMERASTA APUA SIEMENTEN LAJITTELUUN

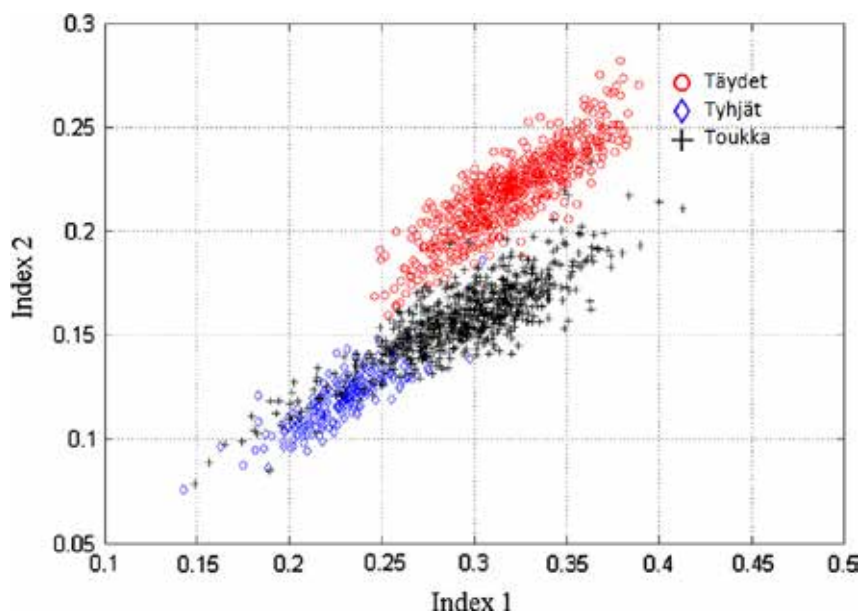
Dumont, J., Hirvonen, T., Heikkinen, V., Mistretta, M., Granlund, L., Himanen, K., Fauch, L., Porali, I., Hiltunen, J., Keski-Saari, S., Nygren, M., Oksanen, E., Hauta-Kasari, M., Keinänen, M. 2015. Thermal and hyperspectral imaging for Norway spruce (*Picea abies*) seeds screening. *Computers and Electronics in Agriculture* 116 (2015): 118–124.

Spektrikamera lienee useimmille tuttu maapalloa kiertävistä satelliiteista ja metsien kaukokartoituksesta. Tämän vuoden juhannuksena Euroopan avaruusjärjestö ESA laukaisi Vega-raketin kyydissä Sentinel-satelliitin maapallon kiertävälle radalle. Se kuvaa planeettaamme reilun seitsemänsadan kilometrin korkeudesta VNIR ja SWIR-aallonpituusalueilla, jotka kertovat mm. kasvillisuuden kehittämisestä kasvukauden aikana. Kuvien erotuskyky ulottuu kuumetäkymmenestä aina kymmeneen metriin.

Tavallisen digikameran kuva muodostuu kuvapisteistä ja se toimii näkyvän valon aallonpituusalueella. Kun kameraan yhdistetään sähkömagneettisen säteilyn aallonpituuksia mittaava laite, spektrometri, saadaan hyperspektrikamera. Tällainen laite kuvaa jokaisen kuvapisteen spektrin ja samalla kuvausalue laajenee näkyvää valoa lyhemmille ja pidemmille aallonpituusalueille (kuva 1). Näkyvää valoa lyhyempiaaltoiset gamma-, röntgen- ja ultraviolettisäteily sekä pitempiaaltoiset infrapuna-, mikroaalto- ja radiosäteily ovat kaikki samaa sähkömagneettista säteilyä. Ainoa ero on aallonpituus.



Kuva 1. Sähkömagneettisen säteilyn aallonpituudet. Tyypillisesti hyperspektrikamerat operoivat näkyvää valoa hieman pidemmillä aallonpituuksilla. Usein esiintyvät kirjainyhdistelmät ovat VNIR (visible near infrared, aallonpituus 400–1000 nm) ja SWIR (short wave infrared, aallonpituus 900–1700 nm). (Kuvan lähde: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/07/EM_spectrum_fi.svg/2000px-EM_spectrum_fi.svg.png)



Kuva 2. Kuusen täydet, tyhjät ja toukkaiset siemenet erottuvat hyperspektrianalyysissä. Kuvassa erottelu perustuu siementen heijastaman säteilyyn aallonpituusalueilla 1310, 1710 ja 1985 nm ja niistä laskettuun indeksiin.

Jokainen aine heijastaa tai lähettää säteilyä itselleen ominaisilla sähkömagneettisen säteilyn aallonpituuksilla. Spektrien perusteella voidaan erottaa kasvilajeja, mineraaleja tai alkuaineita toisistaan.

Siementutkimuksessa hyperspektrikameraa on käytetty mm. itävyys- ja puhtausmäärittämisissä, sieni-infektioiden tunnistamisessa (mm. *Fusarium*) ja mallasohran laadun kontrolloinnissa.

Selvitimme yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston biologian osaston tutkijoiden kanssa tämän nopeasti kehittyvän tekniikan käyttökelpoisuutta kuusen täysien, tyhjien ja hyönteisen vioittamien siementen erottelussa. Tavoitteena oli löytää siemenkohtainen ja siementä rikkomaton, nopea erottelumenetelmä, joka voidaan tulevaisuudessa automatisoida.

Menetelmä osoittautui lupaavaksi. Käytimme kahta tekniikkaa: siemenille annettavaa ”lämpöpulsia”, jonka vaimeneminen rekisteröintiin sekä hyperspektrikuvausta aallonpituusalueella 400–2400 nm. Molemmilla tekniikoilla erottelu toimi ja erottelutarkkuus vaihteli 99,1–93,8 %:iin (kuva 2). Tarkkuus riippuu mm. siitä kuinka monta spektrikaistaa valitaan erottelun pohjaksi ja lämpöpulsitekniikan kohdalla myös siitä, kuinka kauan pulssin vaimenemista mitattavassa kohteessa seurataan. Periaatteessa kummassakin menetelmässä on mahdollisuus automatisoituun lajitteluun, jossa suuriakin siemenmääriä voidaan analysoida kerralla yksittäisen siemenen tasolla. Jatkotutkimukset asiasta ovat suunnitteilla.

MARKKU NYGREN

UUTTA TIETOA MÄNNYN SIEMENVILJELYKSEN SIITEPÖLY- JA SIEMENTUOTANNOSTA.

Almqvist C. & Jansson, G. 2015. Effects of pruning and stand density on cone and pollen production in an experimental *Pinus sylvestris* seed orchard. *Silva Fennica* 49(4): 1–16.

Ruotsissa tutkittiin männyn siemenviljelyksen erilaisten kasvatusvaihtoehtojen vaikutusta siitepöly- ja siementuotantoon sekä siementen laatuun. Kasvatusvaihtoehtona oli neljätoista erilaista vartteiden istutustiheyden (267, 533, 667, 800, 889, 1333, 1600, 2000 ja 4000 kpl/ha) ja tavoitepituuden (2, 3, 4, 5 ja 6 metriä) yhdistelmää. Tavoitepituuksia ylläpidettiin leikkaamalla vartteet vuosittain tietystä iästä alkaen. Kahden ja kolmen metrin tavoitepituutta varten leikkaaminen aloitettiin siemenviljelyksen ollessa viisivuotias, neljän metrin tavoite-

tepituutta varten kuusivuotias, viiden metrin kahdeksanvuotias ja kuuden metrin yhdeksänvuotias. Suurilla vartetiheyksillä (> 800 kpl/ha) vartteiden tavoitepituus oli aina kaksi metriä, pienemmillä tiheyksillä (≤ 800 kpl/ha) tavoitepituus vaihteli kolmen ja kuuden metrin välillä. Tavoitepituuden saavuttamisen jälkeen vartteiden annettiin kasvaa 5–10 cm vuodessa. Kaikki käsitellyt tehtiin samalla Drögsnäsin männyn koeviljelyksellä Keski-Ruotsissa (59°37'N, 12°56'E, 80 m mpy).

Siitepölyn määrä arvioitiin laskennallisesti oksien lukumäärän, oksanäytteissä olevien hedekukintojen yhteispituuden ja Kosken (1975) määrittämän vakion (g siitepölyä / 1 cm hedekukintoa) perusteella. Vartteiden kävyt kerättiin ja laskettiin käsitteilyittään kuuden vuoden iästä aina 21 vuoden ikään asti. Siementen tuhatjyväpaino ja täysien siementen osuus arvioitiin käpynäytteen perusteella.



Kuva 1. Drögsnäsin männyn koesiemenviljelys 14 vuoden iässä. (valokuva Curt Almqvist)

Päätulokset ja johtopäätökset

- Vartetiheydellä ja tavoitepituudella ei ollut vaikutusta siitepölytuotannon alkamiseen.
- Suurilla vartetiheyksillä vuotuinen siitepölytuotanto kuitenkin lisääntyi nopeammin kuin pienillä tiheyksillä.
- Käpyjen koko vaihteli käsittelyjen ja vuosien välillä, mutta kasvoi ajan myötä (varsinkin viljelyksen ohittaessa 12 vuoden iän).
- Suurilla vartetiheyksillä käpyjen keruu oli kannattavaa aikaisemmin kuin alhaisilla tiheyksillä. Yli tuhannen vartteen hehtaari tiheyksillä siemenviljelyksen varhaisvaiheen (6–13 vuotta) vuotuinen siemensato oli keskimäärin 6,5 kg/ha. Pienimmillä tiheyksillä (533 ja 267 kpl/ha) vastaava luku oli keskimäärin 3,4 kg/ha.
- Suurin kumulatiivinen siemensato (172 kg/ha) koko tutkimusjakson aikana saavutettiin kuitenkin alhaisimmalla vartetiheydellä (267 kpl/ha) ja suurimmalla tavoitepituudella (6 m). Tämä vastaa keskimäärin 10,8 kilon vuotuista hehtaarikohtaista siemensatoa.
- Siementen laadussa oli vain vähän eroa kasvatusvaihtoehtojen välillä. Yhdessä kävyssä oli keskimäärin 17,4 täyttä siementä. Vuosien välinen vaihtelu täysien siementen määrässä oli kuitenkin suurta (8,1–23,2).
- Siementen tuhatjyväpaino nousi hieman siemenviljelyksen iän ylittäessä 10 vuotta kasvatusvaihtoehdosta riippumatta.
- Koe osoitti myös, että männyn siemenviljely voidaan pitää kahden metrin tavoitepituudessa leikkaamalla vartteet vuosittain ainakin 21 vuoden ikään saakka.

- Kasvatusvaihtoehto, jossa suurta perustamistiheyttä ja alkuvaiheen alhaista tavoitepituutta seuraa myöhemmällä iällä tehtävä harvennus ja tavoitepituuden nosto, antanee parhaan hehtaari tuotoksen pitkällä tähtäimellä.

PEKKA HELENIOUS

UUDET OPAAAT METSÄ-PUIDEN SIEMEN- JA TAIMI-TUOTTAJILLE

Luonnonvarakeskuksen Suomenjoen toimipaikka on julkaissut kaksi uutta opasta Pohjois-Savon ELY-keskuksen rahoituksella.

Kuusen ja männyn käpy- ja siementuho -opaskirjassa esitellään näiden metsänviljelyssä tärkeimpien puulajiemme kukinnan ja siementen kehityksen aikana esiintyvät

tuhonaiheuttajat. Lisäksi kirjassa käsitellään siementuhoja käpyjen keruun ja varastoinnin aikana sekä kylvön jälkeen maassa. Oppaassa esitetään myös nykytietämysten näiden tuholaisten torjuntamahdollisuuksista siemenviljelyksillä integroidun kasvinsuojelun menetelmin. Kirjan loppuun on kerätty alan erikoissanasto. Oppaan ovat kirjoittaneet Pekka Helenius, Katri Himanen, Markku Nygren, Eeva Vaahtera ja Tiina Ylioja.

Paakkutaimien rikkakasvit ja niiden torjunta taimitarhoilla -oppaassa esitellään yleisimmät metsäpuiden paakkutaimilla tavattavat rikkakasvit, kerrotaan niiden leviämistavat sekä annetaan ohjeita rikkakasvien torjuntaan metsätaimitarhoilla. Oppaan kirjoittajat ovat Marja Poteri, Katri Himanen ja Jukka Reiniharju.

Oppaiden saatavuus- ja muut tiedot löytyvät Taimitietopalvelun sivuilta: <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm>



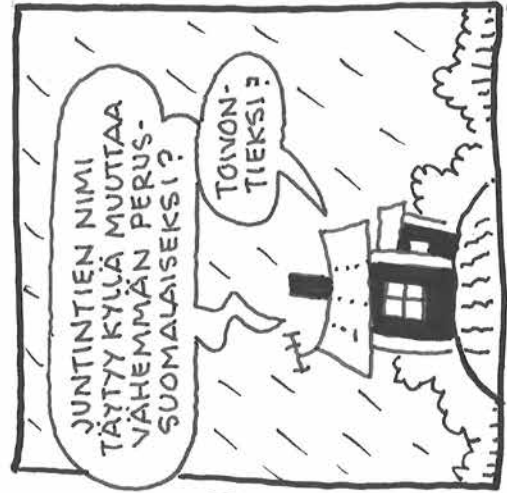
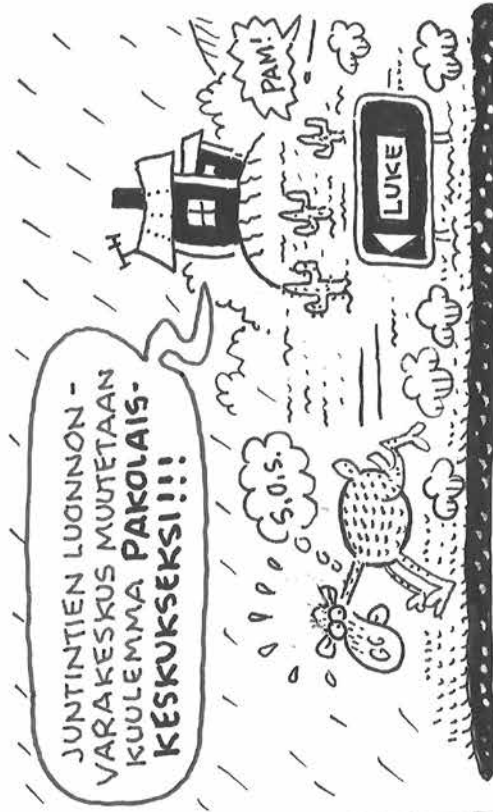
Vipuvoimaa
EU:lta
2007–2013


Euroopan unioni
Euroopan sosiaalirahasto

 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

PUUPELLO - PUUPUOLTO - PUUPUOLTO

PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



JARROO 15