

Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju

Pekka Helenius

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjassa ei käytetä tieteellistä tarkastusmenettelyä. Kirjoitukset luokitellaan Metlan julkaisutoiminnassa samaan ryhmään monisteiden kanssa.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

PL 18
01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
PL 18
01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Pekka Helenius			
Nimeke Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju. Hankkeen loppuraportti.			
Vuosi 2010	Sivumäärä 84	ISBN 978-951-40-2238-8 (PDF) 978-951-40-2243-2 (nid.)	ISSN 1795-150X
Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Metsäntutkimuslaitos, Haapastensyrjä / 7320 Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju			
Hyväksynyt Leena Finér, professori, 25.5.2010			
Tiivistelmä Raportissa esitellään tulokset Metsäntutkimuslaitoksen Haapastensyrjän jalostusasemalla ja Suonenjoen yksikössä vuosina 2008 – 2010 ulkopuolisella rahoituksella toteutetusta kaksivuotisesta metsäpuiden siemenhuollon kehittämishankkeesta. Hankkeen tavoitteena oli tunnistaa ja poistaa siemenhuoltoketjusta kaikki tekijät, jotka voisivat heikentää siemenen laatua ennen sen käyttöä taimitarhalla tai metsäkylvössä. Samalla ideoitiin ja testattiin uusia toimintamalleja ja tekniikoita siemenhuollon logistiikan, ergonomian ja tuotannon tehokkuuden parantamiseen. Lisäksi pyrittiin yhtenäistämään siementen laadun arviointimenetelmät kansainvälisten standardien mukaisiksi. Hankkeeseen osallistuivat merkittävimmät kotimaiset siementuottajat, siementen käyttäjiä, yksi laitevalmistaja sekä Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran kasvianalytiikkayksikkö. Alkukartoituskyselyn ja siementuottajien edustajien kanssa käytyjen kahdenkeskisten neuvottelujen jälkeen jokaiselle toimijalle valittiin yksilölliset kehittämiskohteensa. Keskeisiä kehittämiskohteita olivat mm. käpyjen keruun ja välivarastoinnin logistiikka, käpyjen esikui-vaus ja karistus, keruun, välivarastoinnin ja karistuksen hygienia, siementen kosteusmittaus, kuusi-varrteiden kukittaminen, idätystestaus sekä siementen varastointi. Hankkeessa saatujen kokemusten ja havaintojen sekä aikaisemman tutkimustiedon pohjalta laadittiin koko siemenhuoltoketjun kattava oma- valvontajärjestelmä			
Asiasanat Asiakaspalaute, HACCP, hygienia, IDS, idätystestaus, kalibrointi, karistus, logistiikka, näytteenotto, omavalvonta, PREVAC, rinnakkaistestaus, säähavainnot, tuleentuminen, varastointi, vitalisointi			
Julkaisun verkko-osoite			
Tämä julkaisu korvaa julkaisun			
Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla			
Yhteydenotot Pekka Helenius, Kiipulantie 251 14200 Turenki, 050 366 2217			
Muita tietoja			

Alkusanat

Metsäntutkimuslaitoksella toteutettiin vuosina 2008–2010 Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju -hanke. Hankkeen pääasiallinen rahoittaja oli Marjatta ja Eino Kollin säätiö. Rahoitukseen osallistuivat myös hankkeessa mukana olleet siemenhuollon toimijat; Siemen Forelia Oy, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsähallitus, Pohjan Taimi Oy, Metsäkeskus Pohjois-Savo, Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa, UPM Metsä ja BCC Oy. Kiitos kaikille rahoittajille toimintaedellytysten luomisesta. Kiitos myös kaikkien toimijoiden henkilöstölle sujuvasta ja myönteisessä hengessä edenneestä yhteistyöstä. Hankkeen ohjausryhmätyöskentelyyn osallistui lukuisa joukko siementuotannon ja -tutkimuksen ammattilaisia; Tapani Relander, Juha Hotti, Päivi Salpakivi-Salomaa ja Tuula Kenttälä Siemen Forelia Oy:stä, Jouko Paija ja Hannu Niemelä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiosta, Esko Korsulainen Metsähallituksesta, Reijo Linna ja Seppo Kostamo Pohjan Taimi Oy:stä, Tenho Hynönen ja Vesa Pölönen Metsäkeskus Pohjois-Savosta, Jorma Vierula ja Antti Pajula Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaasta, Anne Immonen UPM Metsästä, Hannu Vahanan BCC Oy:stä, Sinikka Köylijärvi Elintarviketurvallisuusvirasto Evirasta sekä Heikki Smolander, Markku Nygren ja Tiina Ylioja Metsäntutkimuslaitokselta. Kiitos kaikille ohjausryhmäläisille. Kiitos myös Markku Nygrenille, Eila Tillman-Sutelalle, Katri Himaselle, Risto Hagqvistille, Arja Liljalle Metsäntutkimuslaitokselta, Kari Leinoselle ja Leena Pietilälle Evirasta sekä Pirkko Karlssonille ja Riitta Bernströmille Ilmatieteen laitokselta asiantuntija-avusta hankkeen eri vaiheissa. Jari Varjolle ja Pentti Kanaselle suuret kiitokset työtilojen järjestämisestä. Metlan Haapastensyrjän jalostusasema ja Suonenjoen siemenlaboratorio tarjosivat hyvät puitteet tämän hankkeen läpiviemiselle.

Janakkalassa 15. kesäkuuta 2010

Pekka Helenius

Sisältö

Alkusanat	4
1 Johdanto	7
2 Kukinnan lisääminen siemenviljelyksillä.....	9
3 Siemenviljelykset ja lammastalous?.....	12
4 Käpyjen keruu.....	13
4.1 Kohdevalinta ja keruuajankohta.....	13
4.2 Logistiikka.....	16
4.2.1 Suursäkki	16
4.2.2 Keruuterminaali.....	19
4.2.3 Muu käpyjen käsittelyyn soveltuva laitteisto.....	19
4.2.4 Käpyjen keruun koneellistaminen	21
4.3 Keruun hygienia.....	23
4.4 Olosuhteiden seuranta	25
4.5 Säähavaintoasemat.....	26
5 Karistamo.....	31
5.1 Käpyjen vastaanotto	31
5.2 Esikuivaus	33
5.3 Karistus	34
5.3.1 Lämpötila ja kosteus	34
5.3.2 Saannon tarkkailu.....	35
5.3.3 Uudelleenkaristus	37
5.4 Siementen puhdistus.....	37
5.5 Hygienia karistamalla	38
5.6 Palaute	38
6 Siementen varastointi	40
6.1 Varastointikestävyys	40
6.1.1 Tuleentuminen.....	40
6.1.2 Siemenen kosteus	40
6.1.3 Varastointilämpötila	41
6.1.4 Vauriot.....	41
6.2 Varastoinnin kehitysnäkymiä.....	42
6.2.1 Aktiivinen pakkausmateriaali.....	42
6.2.2 Älykäs pakkausmateriaali	43
6.2.3 Tyhjiöpakkaaminen.....	44
7 Siemenerien analysointi	45
7.1 Menetelmien yhtenäistäminen.....	45
7.2 Kosteusmittaus	47
7.3 Otanta ja näytteenotto	50
7.3.1 Lokerokaira	50
7.3.3 Näytteenotto käsin	52
7.3.4 Yleisjakolaite	52

7.4 Hygienia siemenlaboratoriossa	53
7.5 Idätystestauksen erot Suomen ja Ruotsin välillä	54
7.6 Tetrazolium-testi	55
8 Siemenerien kunnostus	56
8.1 Taustaa	56
8.2 Vitalisointi	56
8.3 Rikkoutuneiden siementen poisto (PREVAC)	56
8.4 Kuolleiden ja vajaiden siementen erottelu (IDS)	57
8.5 Puhtaus	58
8.6 Esimerkkikäsitteily	58
8.7 Kunnostus vai ennaltaehkäisy?	58
9 Siemenen käyttö	60
9.1 Taimitarha	60
9.2 Metsäkylvö	60
10 Omavalvonta	62
10.1 Tausta ja tavoite	62
10.2 Tuotannon tarkkailujärjestelmä (HACCP)	63
11 Asiakaspalautteen hyödyntäminen	66
Kirjallisuus	68
Liitteet	69
Liite A Käpyjen keruuohje	69
Liite B Näytteenotto siemenpakkauksesta lokerokairalla	71
Liite C Siementen jakolaitteen kalibrointi	73
Liite D Siementen vesipitoisuuden mittaus uunimenetelmällä	75
Liite E Siemennäytteiden rinnakkaistestausohje	77
Liite F Idätystestauksen yhtenäistämisohe	80

1 Johdanto

Viljelymetsätalouden vahva asema suomalaisessa metsänuudistamisessa luo vuosittain kysynnän yli 10 000 kilolalle metsäpuiden siemeniä. Männyllä kylvön osuus uudistamisesta ja sen myötä myös siemenen kulutus on poikkeuksellisen suuri muihin Pohjoismaihin verrattuna. Kuusella suurin osa siemenestä käytetään taimitarhoilla. Määrällisen riittävyyden lisäksi siemenen tulee olla alkuperältään uudistamiskohteelle sopivaa ja perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyvää.

Taimitarhakylvössä laadun merkitys korostuu, koska itämisen nopeus ja tasaisuus vaikuttavat ratkaisevasti kasvatustulokseen. Käytännössä itävyyden on oltava vähintään 95 %, jotta kylvö voidaan tehdä kustannustehokkaasti, ns. yksisiemenkylvönä. Hyvälaatuisesta kuusen siemenestä on taimitarhoilla ollut jatkuva pula. Tähän on ollut syynä kuusen istutusmäärien lisääntyminen, siemenviljelysten vähyys, kuusen epäsäännöllinen kukinta sekä käpyjä vaivaavat hyönteis- ja sienitaudit. Taimituotannon turvaamiseksi tarhoilla onkin jouduttu käyttämään jalostamatonta metsikkösiementä sekä tuomaan jalostettua siementä pääasiassa Ruotsista ja Virosta. Esimerkiksi vuonna 2008 jalostetun siemenen osuus kuusen taimitarhakylvössä oli vain 30 % (Metsätilastollinen...).

Siemenpulan johdosta maahamme on perustettu uusia siemenviljelyksiä sekä tehty suunnitelmia karistuskapasiteetin lisäämiseksi. Siementuotannon käynnistyminen uusilla siemenviljelyksillä kestää vuosia. Sitä ennen on tärkeää huolehtia, ettei niukkojen siemensatojemme laatua heikennetä tahattomasti tiedonpuutteesta johtuvilla, väärillä toimintatavoilla.

Metsäpuiden siemenhuollon organisoinnin tekee haasteelliseksi siemensatojen huomattava vuosivaihtelu. Runsaina satovuosina siementä on kerättävä varastoon, jotta katovuosinakin olisi käytössä hyvin itävää materiaalia. Varastointitarve on erityisen merkittävä kuusella, jolla on runsaita satovuosia vain 1–2 kertaa kymmenessä vuodessa. Siemenvarastoihin sitoutuu huomattavia pääomia jopa vuosikymmeniksi. On siis erittäin tärkeää, että siemen saadaan varastoon hyväkuntoisena. Jotta tähän päästään, on ketjun alkupään - käpyjen keräyksen, varastoinnin ja karistuksen - toimittava saumattomasti. Pitkissä varastoinneissa myös olosuhteiden merkitys korostuu.

Siemenhuollon toimivuuden kannalta kriittinen vaihe on käpyjen keräyksen ja karistuksen yhteensovittaminen. Hyvinä vuosina käpyjä kerätään satojatuhansia litroja loppusyksystä alkukevääseen. Nykyinen karistuskapasiteetti ei riitä suurien käpymäärien nopeaan käsittelyyn, vaan käpyjä joudutaan varastoimaan vaihtelevissa olosuhteissa – pahimmassa tapauksessa useita kuukausia – ennen karistusta. Käytännön työssä on ollut epävarmuutta siitä, millaisissa olosuhteissa siementen itävyys säilyy parhaiten ja kuinka pitkään käpyjen varastointi ylipäättään on mahdollista.

Tämän hankkeen tavoitteena oli laatia siemenhuoltoon toimintakonsepti, jolla varmistetaan siemenen laadun säilyminen mahdollisimman korkeana käpyjen keruusta aina taimitarhalle ja metsäkylvöön asti. Samalla haettiin keinoja tehostaa jo olemassa olevien siemenviljelysten tuotantoa, parantaa käpyjen keruun, välivarastoinnin ja karistuksen logistiikkaa sekä ohjeistaa ja yhtenäistää siementen laadun arviointimenetelmät kotimaisilla siementuottajilla kansainvälisten standardien mukaisiksi. Hankkeen yhteistyökumppaneiksi lupautuivat Siemen Forelia Oy, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsähallitus (Metsätalous ja Luontopalvelut), Metsäkeskukset Etelä-Pohjanmaa ja Pohjois-Savo, Pohjan Taimi Oy, UPM Metsä Joroisten taimitarha ja BCC Oy. Myöhemmin hankkeeseen tuli mukaan myös Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran kasvianalytiikkayksikkö Loimaalta.

Hanke käynnistyi yhteistyökumppaneille lähetetyllä kyselyllä, jossa kartoitettiin siementuotannon nykyiset toimintarutiinit. Lisäksi toimijoita pyydettiin nimeämään omasta mielestään keskeisimmät ongelmat ja kehittämistarpeet siemenhuoltoketjussa. Näitä olivat mm:

- Keruun ja karistuksen hygieniä, karistamovarastointi, siemenestä annettavat tiedot, siementen varastointikosteus ja siemenerän puhtaus.
- Kuusen keräysaika, karistuslämpötila, siementen puhdistus ja pihkanpoisto
- Ammattitaitoisten kerääjien ja karistajien puute nyt ja tulevaisuudessa.
- Käpyjen ja siementen laadun valvonta kerääjiltä asiakkaalle.
- Käpyjen laatu, puhtaus ja käsittely ennen karistamolle tuloa.
- Itävyyden romahtaminen kevään keräyksissä.
- Kuusen käpy- ja siementuholaisten torjunta.

Alkukartoituksen jälkeen laadittiin koko siemenhuoltoketjun kattava kehittämisohjelma, jonka suuntaamisessa käytettiin apuna kyselyssä esille tulleita ongelmakohtia ja kehittämistarpeita. Ongelmanratkaisussa tukeuduttiin koti- ja ulkomaisiin tutkimustuloksiin, ulkomailla käytössä oleviin menetelmiin sekä muilla toimialoilla, esimerkiksi maataloudessa ja elintarviketeollisuudessa hyviksi havaittuihin toimintamalleihin. Ohjelma esiteltiin toimijoille hankkeen ensimmäisessä ohjausryhmäkokouksessa. Ohjausryhmäkokouksen jälkeen kullekin toimijalle räätälöitiin yksityiskohtainen kehittämissuunnitelma toimijoiden omien tarpeiden pohjalta. Toimijakohtaiset suunnitelmat pyrittiin rakentamaan kuitenkin niin, että ne kattaisivat yhdessä mahdollisimman suuren osan siemenhuoltoketjusta. Toimijakohtaisten suunnitelmien lisäksi hankkeessa oli myös kaikille toimijoille yhteisiä osioita.

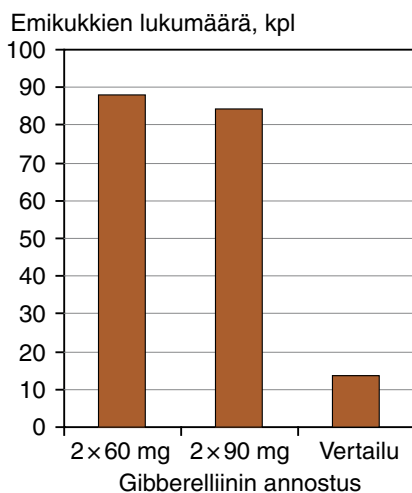
Seuraavassa esitellään hankkeen aikana testatut tai testattavaksi suunnitellut toimintamallit. Kaikkia malleja ei päästy kokeilemaan käytännössä heikkojen käpyvuosien takia. Lisäksi käydään läpi koko siemenhuoltoketju keruun suunnittelusta aina siemenen käyttöön taimitarhalla ja metsäkylvössä, pohditaan eri vaiheisiin liittyviä riskejä sekä esitellään työkaluja riskien välttämiseen. Raportin lopussa esitellään omavalvontajärjestelmä käpyjen keruuseen ja välivarastointiin, karistukseen sekä siementen laadun arviointiin.

Raportissa esitettyjen mallien lisäksi hankkeessa laadittiin ohje itäneiden siementen tulkintaan idätystestissä kuusella, männällä ja koivulla yhdessä Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran kasvianalytiikkayksikön kanssa. Tulkintaohje löytyy Metsäntutkimuslaitoksen Internet-sivuilta: www.metla.fi/metinfo/taimitieto.

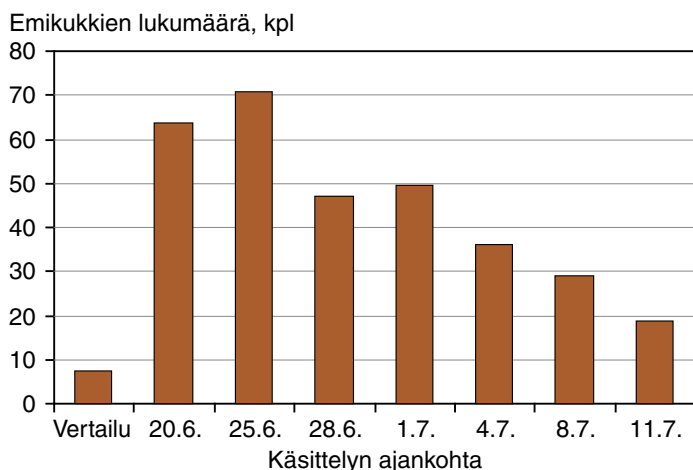
2 Kukinnan lisääminen siemenviljelyksillä

Metsänjalostussäätiössä tutkittiin jo 1980-luvulla kuusen kukinnan lisäämistä gibberelliini-hormonin runkoinjektioilla (Hagqvist 1989). Kukintaa säätelevää hormonia ruiskutettiin puun kylkeen porattuun reikään, josta aine kulkeutui haihduntavirtauksen mukana latvukseen kukkasilmujen syntypaikoille. Tavoitteena oli sekä nopeuttaa jalostussykliä että lisätä siementuotantoa. Oikein ajoitetulla käsittelyllä voitiin merkittävästi lisätä kuusen kukintaa (kuvat 1 ja 2). Toiminnan vastuuhenkilöiden vaihduttua kukittamismenetelmän jatkokehitys ja laaja-alainen käyttöön-otto siementuotannossa jäivät toteutumatta. Tähän vaikutti myös usko tuleviin hyviin luontaisiin siemensatoihin siemenviljelyksillä.

Kuusen akuutin siemenpulan takia kiinnostus kukittamismenetelmää kohtaan on virinnyt uudelleen. Ruotsissa menetelmää on kehitetty Skogforsk:n ja Södra Skogsägarna Oy:n toimesta jo lähes valmiiksi toimintakonseptiksi. Ruotsalaisten annossuosituksot (taulukko 1) vastaavat pitkälti Hagqvistin esittämiä määriä. Paras käsittelyajankohta kuusella on ruotsalaisten tutkimusten mukaan ylimpien oksankärkien saavuttaessa 75–85 % vuotuisesta pituuskasvustaan. Mikäli käsittely tehdään kahdessa osassa, annetaan ensimmäinen annos, kun vuotuisesta pituuskasvusta on kertynyt 60–75 % ja toinen annos kertymän ollessa 80–90 %. Koska pituuskasvu vaihtelee vuosittain, oikean ajankohdan määrittäminen vaatii sormituntumaa ja kokemusta. Pituuskasvun useampi-



Kuva 1. Annostuksen vaikutus emikukintojen lukumäärään gibberelliinin (GA4/7) runkoinjektiossa kuusella (Hagqvist 1992).



Kuva 2. Käsittelyajankohdan vaikutus emikukintojen lukumäärään gibberelliinin (GA4/7) runkoinjektiossa kuusella (Hagqvist 1992).

tuinen seuranta ennen käsittelyvuotta antaa tukea ajankohtavallinnalle. Suotuisissa olosuhteissa ja oikeaan aikaan tehty käsittely on antanut ruotsalaisissa kokeissa parhaimmillaan 200 % lisäyksen käpymäärään (Almqvist 2007).

Runkoinjektiossa tarvittavat välineet saa helposti hankittua rautakaupasta ja apteekista (kuva 3). Gibberelliinihormonia (GA4/7) toimittivat vuonna 2010 ainakin seuraavat valmistajat:

Fine Agrochemicals Oy Hill End House, Whittington, Worcester, WR5 2RQ, Iso-Britannia	Globachem NV Leeuwerweg 138 B-3803 Sint-Truiden Belgia	Valent BioSciences Sàrl Rue de la Gare, 36 CH-1260, Nyon Sveitsi
---	---	---

Hormoniliuoksen valmistus: Suomalaisissa injektiokekeissa on käytetty GA4/7-hormonin pitoisuutena 60 mg / ml liuosta. Sadan puun annosta varten punnitaan 6 g hormonijauhetta, joka kaadetaan 100 ml:n mittapulloon. Pullo täytetään 96-prosenttisellä etanolilla, jota saa apteekista reseptillä tai laboratorioista, joilla on etanolin käyttöluva. Hormoni liukenee etanoliin pienen ravistelun jälkeen. Metsänjalostussäätöön kokeissa hormoniannoksen määrän vaihtelu tapahtui injektoitavaa liuosmäärää säätämällä. Puuta kohti tässä esimerkissä riittää enintään 1 ml liuosta, missä määrässä on 60 mg GA4/7-hormonia (R. Hagqvist, Metsäntutkimuslaitos, suull.).

Taulukko 1. Gibberelliinin runkoinjektiossa käytettävä annos ja tarvittava reikien määrä suhteessa vartteen läpimittaan (Almqvist ym. 2007).

Vartteen läpimitta, cm	Porareikiä runkoon, kpl	Annos, mg GA4/7 / varte
< 7	1	15
7 – 15	2	30
15 – 20	2 – 3	45
20 – 25	2 – 4	60
> 25	3 – 5	100



Kuva 3. Gibberelliinihormonin runkoinjektiossa tarvittavat välineet: akkuporakone ja sopiva poranterä (3,2 mm), pipetti tai lääkeruisku porareikään sopivalla kärjellä ja neula liuoksen imemiseen pullosta, gibberelliini-liuos sekä suojalasit ja -käsineet. Kuva: Pekka Helenius.

Runkoinjektiossa reiät porataan akkuporalla vartteisiin noin metrin korkeudelle maanpinnasta ja hieman alaviistoon (noin 30°). Reikiin ruiskutetaan lääkeruiskulla sopiva annos gibberelliiniliuosta ja reiät peitetään tarvittaessa vahalla tai ilmastointiteipillä sieni-infektioiden minimoimiseksi. Valmista liuosta säilytetään huoneenlämmössä ja pimeässä (Almqvist 2007). Työntutkimuksen mukaan runkoinjektiossa voidaan yltää 300–600 vartteen päivävauhtiin per työntekijä.

Käsittely ei kuitenkaan toimi joka vuosi. Mikäli olosuhteet kukkasilmujen muodostumiselle ovat luonnostaan heikot, ei gibberelliinillä ole toivottua vaikutusta. Otollisin tilanne käsittelylle on kuivahkon kevään sekä aurinkoisen ja lämpimän alkukesän jälkeen. Käsittelyä ei kuitenkaan kannata tehdä, jos edellisenä vuonna on ollut runsas käpysato. Vartteiden ravinnetalouden on myös oltava kunnossa, ja sitä on tarvittaessa korjattava lannoituksella hyvissä ajoin ennen käsittelyä. Huolellisen suunnittelun merkitystä korostaa myös kukittamiseen soveltuvan gibberelliinihormoni GA4/7:n hinta (12 600 € / kg vuonna 2010).

Gibberelliinihormonia ei ole toistaiseksi rekisteröity käytettäväksi metsäpuiden siemenviljelyksillä. Ruotsalainen Södra on hakenut aineen rekisteröintiä koko EU:n alueelle ja ollut asiasta yhteydessä myös suomalaisiin siementuottajiin. Metsäntutkimuslaitoksella on Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran myöntämä koetoimintalupa gibberelliinihormonille, jonka turvin käsittelyä voidaan tehdä koemittakaavassa siemenviljelyksilläkin.

Gibberelliinin vaikutusta voidaan tehostaa esimerkiksi juurten leikkaamisella, rungon kuristamisella tai runsaalla typpilannoituksella. Leikkaaminen ja kuristaminen kuitenkin vaurioittavat vartteita ja altistavat niitä tuulituhoille, joten niitä tulee käyttää harkitusti. Menetelmät ainoastaan täydentävät gibberelliinin vaikutusta, eikä niitä ole syytä käyttää yksinään vähäisen tehon ja suuren vaurioriskin takia.

3 Siemenviljelykset ja lammastalous?

Vesimyyrien (*Arvicola amphibius*) aiheuttamista tuhoista kuusen siemenviljelyksillä on Norjassa päästy käytännössä kokonaan eroon lampaiden laidunnuksella (kuva 4). Laidunnuksen vaikutus perustuu ensisijaisesti siihen, että myyrien ravintona ja suojana käyttämän ruohon ja heinän määrä vähenee. Lisäksi lampaat myös rikkovat sorkillaan vesimyyrien käytäviä. Myyrien torjunnan lisäksi lampaat pitävät pintakasvillisuuden ja lehtipuuvesakon kurissa, jolloin vältetään kokonaan siemenviljelysten mekaaniselta niitolta ja raivaukselta. Laidunnuksen aloitus on helppoa sillä siemenviljelykset ovat yleensä jo valmiiksi aidattuja.

Lampaiden laidunnukseen siemenviljelyksillä liittyy myös ongelmia. Mikäli lampaita on liikaa siemenviljelyksen pinta-alaan nähden tai laidunnus aloitetaan keväällä liian aikaisin, lampailta voi loppua ruoka, jolloin ne alkavat kaluta vartteiden kuorta. Vartteiden tyvellä oleva myyräverkko ei riitä suojaamaan vartteita lampaiden kaluamiselta. Laidunnuspainetta onkin tarkkailtava jatkuvasti ja siirrettävä lampaat tarvittaessa muualle. Lampailta on myös loisia ja ne tarvitsevat tämän takia lääkintää ja tietysti myös riittävästi juomavettä pysyäkseen terveinä. Kolmas ongelma on nokkonen, jota lampaat eivät syö, vaan päinvastoin levittävät turkkinsa mukana ympäri viljelystä.

Koska vesimyyrän torjuntaan ei Kleratin markkinoilta poistumisen jälkeen ole ollut tarjolla kemiallisia valmisteita, eikä juuri muitakaan tehokkaita, suuressa mittakaavassa käytettäviä keinoja, voivat valvotusta laidunnuksesta aiheutuvat ongelmat olla kuitenkin pienempiä kuin mittavat myyrätuhot. Yleismenetelmäksi laidunnuksesta ei toki ole pelkästään lampaiden saatavuuden ja siemenviljelysten suuren pinta-alan takia.



Kuva 4. Vasemmalla vesimyyrän aiheuttamia tuhoja kuusen siemenviljelyksellä Norjassa. Oikealla sama siemenviljelys laidunnettuna muutaman vuoden kuluttua. Kuvat: Øyvind Meland Edvardsen.

4 Käpyjen keruu

4.1 Kohdevalinta ja keruuajankohta

Metsäntutkimuslaitos julkaisee Internetissä säännöllisesti siemensatoennusteita, jotka perustuvat koko Suomen kattavassa tarkkailumetsikköverkostossa tehtäviin silmuanalyysiin sekä kukinta- ja käpyhavaintoihin. Ennusteiden avulla voi tehdä alustavia suunnitelmia käpyjen keruusta ja kohdevalinnasta. Siemensatoennusteet ja muut aiheeseen liittyvät tiedotteet löytyvät Metsäntutkimuslaitoksen Internet sivuilta <http://www.metla.fi/tiedotteet>.

Ennusteiden antamaa kuvaa kukinnasta on syytä tarkentaa käymällä keruukohteilla jo alkukesälä. Tällöin saadaan arvio sadon määrästä ja pystytään rajaamaan heikosti kukkivat kohteet keruun ulkopuolelle. Männyllä saadaan myös alustava arvio seuraavan vuoden sadosta. Kohdevalintaa voi tarkentaa kesän aikana tarkkailemalla kukinnan onnistumista sekä hyönteis- ja sienituhojen määrää.

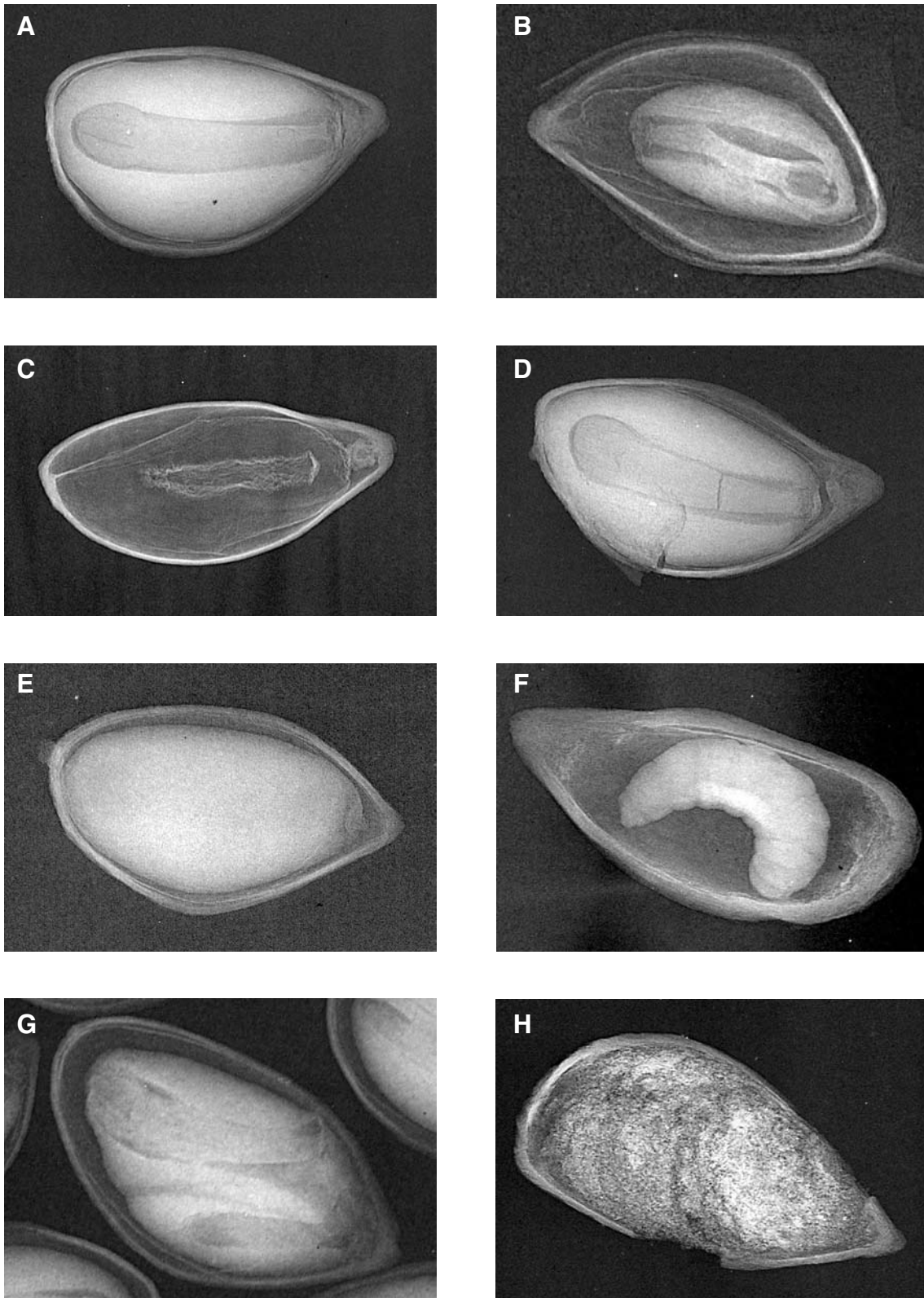
Potentiaalisten keruukohteiden läheltä kannattaa myös hakea hyvissä ajoin sopivia käpyjen väli-varastointipaikkoja tai keruuterminaaleja, joihin kävyt saadaan keruun jälkeen suojaan sateelta ja pakkaselta (kohta 4.2.2). Samalla voidaan sopia myös keruu-urakoitsijoiden tai muiden paikallisten toimijoiden kanssa käpyjen keruuseen, kuljetukseen ja väli-varastointiin liittyvistä vastuista.

Kukinnan lisäksi keskeinen tekijä sadonmuodostuksessa on kasvukauden lämpösumma. Hedelmöityneessä siemenessä alkio ja vararavintosolukko kasvavat kokoa kesän aikana. (=anatomisen tuleentuminen). Kasvu päättyy yleensä syyskuun ensimmäisten viikkojen aikana. Viileänä kesänä kasvu voi kuitenkin olla niin hidasta, ettei siemen ehdi tuleentua kunnolla. Männyllä anatomisen tuleentuminen edellyttää vähintään 875 ja kuusella 975 astepäivän lämpösummaa elokuun loppuun mennessä (Almqvist 1998). Alueilla, joissa tuleentuminen uhkaa jäädä vajaaksi, voidaan kävyt yrittää kerätä vain latvuksen eteläpuolelta, joka saa enemmän lämpöä kuin pohjoispuoli.

Anatomisen tuleentuminen on helppo selvittää joko halkaisemalla siemen tai kuvaamalla se röntgenillä. Tätä varten tarvitaan edustava käpynäyte. Mitä useammasta puusta käpyjä kerätään näytteeseen, sitä luotettavammin siemensadon määrä ja laatu voidaan arvioida. Vähimmäisvaatimus on 5 puuta per kohde ja 2-3 litraa käpyjä per puu (M. Nygren, Metsäntutkimuslaitos, suull.). Koska siemenen laatu vaihtelee latvuksen eri osissa, näytteeseen on hyvä saada käpyjä koko latvuksen alueelta. Parhaimmillaan siemenen laatu on latvuksen yläosissa etelän puolella.

Siementen anatomisen tuleentumisen lisäksi käpynäytteestä saadaan selville hyönteis- ja sienituhojen määrä. Osa tuhoista näkyy ulospäin, osa selviää vasta halkaisemalla kävyt. Siementen sisällä elävien hyönteistoukkien määrän luotettava selvittäminen onnistuu kuitenkin vasta röntgenkuvauksella. Etenkin kuusella toukkia voi olla joillain kohteilla niin paljon, ettei keruu ole kannattavaa. Tällaisten kohteiden rajaamista keruun ulkopuolelle puoltaa myös se, että toukkaisen siementen erottelu on vaikeaa tuoreista siemenieristä. Anatomisen tuleentumisen ja toukkin lisäksi röntgenkuvaus paljastaa myös alkion, vararavintosolukon ja siemenkuoren mekaaniset vauriot sekä tyhjät ja kuolleet siemenet (kuva 5).

Siementen pintarakenteiden kypsyminen jatkuu useita viikkoja anatomisen tuleentumisen jälkeen (kuva 6), eikä sitä ei näe röntgenkuvasta. Tällä ns. fysiologisella tuleentumisella on suuri vaikutus etenkin siemenkuoren veden- ja hapenläpäisevyyteen ja tätä kautta myös siementen varastointikestävyyteen. Liian aikaisin kerätyn siemenen vajaasti kehittyneet pintarakenteet läpäisevät



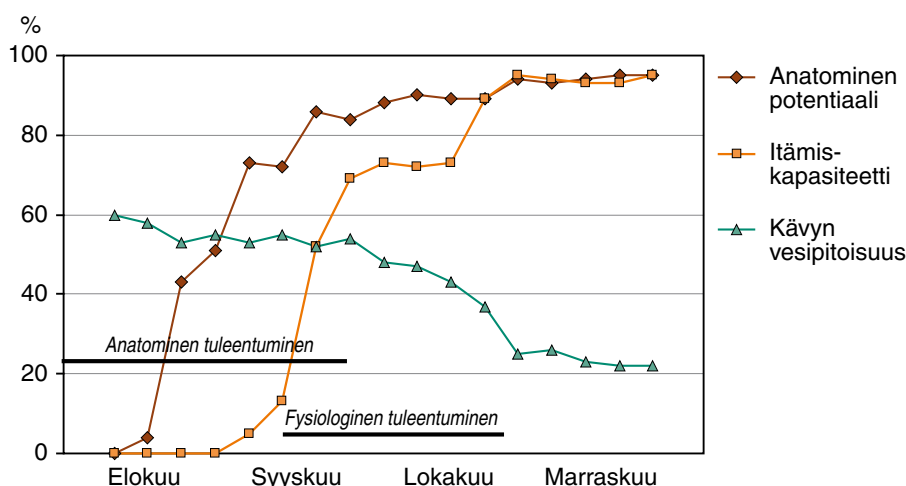
Kuva 5. A) anatomisesti hyvin tuleentunut siemen, B) vajaasti tuleentunut siemen, C) tyhjä siemen, D) mekaanisesti vaurioitunut siemen, E) kuollut siemen, F) siemenen sisällä toukka, G) kaksoset (musta piste tussin jälki), H) siemenen sisällä toukan ulostetta. Kuvat: Suonenjoen siemenlaboratorio.

helposti vettä ja happea, jolloin itäminen nopeutuu. Samasta syystä siemen kuitenkin vanhenee nopeasti varastossa ja erilaisissa kunnostuskäsittelyissä (Tillman-Sutela & Kauppi 2005). Etenkin itämistarmo laskee nopeasti aikaisin kerätyillä siemenillä hyvissäkin varastointiolosuhteissa. Fysiologinen tuleentuminen päättyy 2–4 viikkoa anatomisen tuleentumisen jälkeen eli lokakuun loppupuolella (kuva 6).

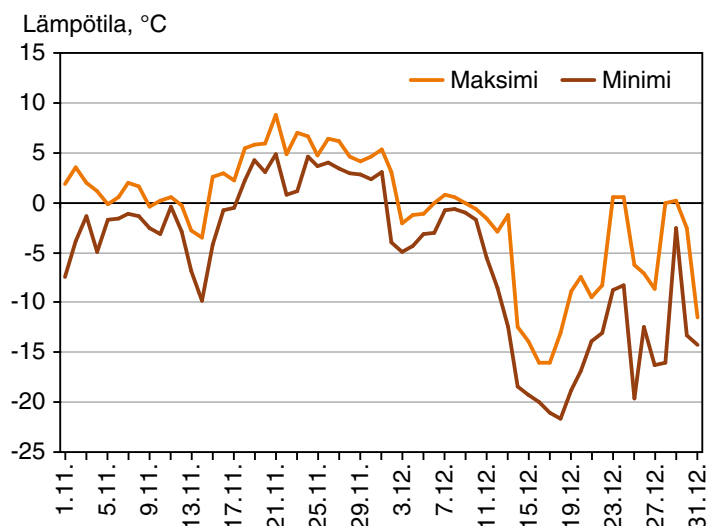
Hyvinä käpyvuosina on paineita aloittaa käpyjen keruu jo ennen kuin siemenet ovat täysin tuleentuneita. Siementen fysiologinen tuleentuminen voidaan yrittää saattaa loppuun keinotekoisesti ns. jälkikypsytyksellä. Jälkikypsytyksessä käpyjä pidetään +5...+15 °C:een lämpötilassa ja yli 50 % suhteellisessa kosteudessa kolmesta neljään viikkoa ennen karistusta. Korkea suhteellinen kosteus edellyttää hyvää ilmanvaihtoa homeriskin takia. Menetelmän toimivuudesta ei kuitenkaan ole varmaa näyttöä. Etenkin valon ja emopuun hormonituotannon puuttumisen on arveltu hidastavan jälkikypsytystä. Jälkikypsytyksen sijaan käsittelyä on alettu pitää ennemminkin käpyjen esikuvauksena. Tästä huolimatta keruun aloitusta ei välttämättä ole siirretty myöhemmäksi.

Siementen tuleentuessa syksyllä niiden vesipitoisuus alenee, jolloin ne kestävät puussa yleensä koviakin pakkasia. Kerätyt kävyt sitä vastoin kostuvat ulkona säkissä tai kontissa ja tulevat herkemmiiksi pakkasille. Tämän takia kävyt tulee siirtää heti keruun jälkeen suojaan pakkaselta (kohta 4.2.2). Suositeltava varastointilämpötila kerätyille kävyille on +5...+10 °C.

Mikäli lämpötila laskee pitkän lauhan sääjakson jälkeen nopeasti pakkasen puolelle tai vaihtelee voimakkaasti lyhyen ajan sisällä, siemenet voivat vaurioitua myös puussa (kuva 7). Pakkasjakson jälkeen kerätyssä erässä itävyys voi olla kymmeniä prosenttiyksikköjä alempi kuin samalta viljelmältä ennen pakkasia kerätyssä erässä. Kovien pakkasten jälkeen onkin hyvä ottaa uusi käpynäyte ja analysoida se ennen keruun jatkamista. Pakkasvaurio näkyy yleensä hyvin siemenestä otetussa röntgenkuvassa (kuva 5 E). Siementen itävyyden on toisinaan havaittu alenevan pakkasten aikana enemmän kuin mitä röntgenkuvasta voi suoraan päätellä. Varmuuden pakkasvaurion vakavuudesta saa vasta idätys- tai tetrazolium-testillä (kohta 7.6).



Kuva 6. Männyn siementen anatomisen potentiaalin ja itämiskapasiteetin sekä kävyyn vesipitoisuuden kehitys Sahlénin ja Abbingin (1995) mukaan.



Kuva 7. Vuorokauden maksimi- ja minimilämpötila Päijät-Hämeessä marras-joulukuussa 2009. Lämpötilan äkillinen lasku (11. – 13. joulukuuta) pitkän lauhan jakson vaurioitti siemeniä. Lähde: Ilmatieteen laitos.

Käpyjen keruuta jatketaan toisinaan huhtikuulle asti. Viimeaikaiset havainnot ovat kuitenkin osoittaneet, että siemenen itävyys voi romahtaa myöhäisissä keräyksissä, vaikkei kovia pakkasia olisi ollutkaan. Syytä tähän ei tiedetä varmasti, mutta sen epäillään johtuvan horrostilan indusoitumisesta siemeniin. Tätä tukee se, että osa myöhään kerätyistä siemenieristä voi itää hyvin taas seuraavana syksynä muutaman kuukauden kylmävarastoinnin jälkeen. Aina näin ei kuitenkaan käy. Turvallisinta onkin yrittää saattaa keruu loppuun helmikuun aikana.

4.2 Logistiikka

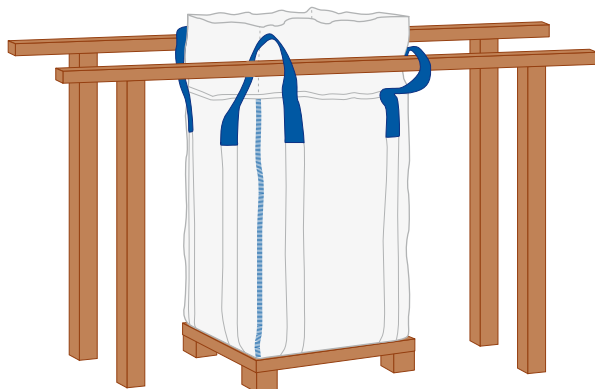
4.2.1 Suursäkki

Käpyjen keruussa etenkin päätehakkuualoilta käytetään paljon 50–80 litran kokoisia voimapaperista tai juuttikankaasta valmistettuja pikkusäkkejä. Karistamalla pikkusäkkien käsittely on työlästä, koska ne joudutaan nostamaan ja tyhjentämään yksitellen ja yleensä käsin. Pikkusäkeissä olevien käpyerien sekoittumisriski välivarastossa, kuljetuksessa ja karistamalla on myös paljon suurempi kuin isommissa käsittely-yksiköissä.

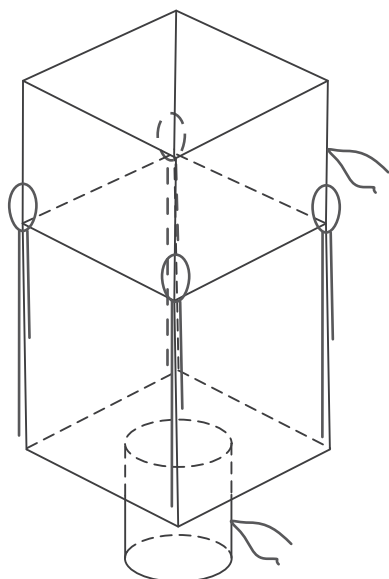
Pikkusäkkien korvaamista suursäkeillä suunniteltiin yhden toimijan kohdalla hankkeen aikana. Säkkimalliksi valittiin ilmaa läpäisevää kankaalla, täyttösukalla, suurella tyhjennysventtiilillä (Ø 50 cm) ja neljällä nostolenkillä varustettu 1100 litran kokoinen malli (kuva 9), jonka ulkopuolella on muovinen asiakirjatasku käpyetikettiä varten. Tilavuutensa puolesta tämä malli vastaa neljätoista pikkusäkkiä. Säkin tilavuus on asiakkaan valittavissa, mutta tilavuuden lisääminen kasvattaa säkin korkeutta, jolloin sen täyttö hankaloituu. Säkki vaatii maastossa myös kuormalavan alleen, mikä kasvattaa täyttökorkeutta entisestään. Kuormalavan lisäksi tarvitaan säkitysteline pitämään tyhjä säkki pystyssä (kuva 8). Säkki on uudelleenkäytettävä ja se voidaan tarvittaessa desinfioida esimerkiksi höyryttämällä. Yhden säkin veroton hinta edellä kuvatuilla ominaisuuksilla oli noin 20 euroa vuonna 2009. Säkkiin saa myös logopainatuksen, jolloin säkit palautuvat varmasti oikealle omistajalle.

Suursäkki on myös huomattavasti joustavampi ratkaisu keruun organisoinnissa kuin käpykontti, koska se voidaan kuljettaa keruukohteelle vaikka henkilöauton peräkontissa. Täysinäinen säkki voidaan puolestaan tuoda keruukohteelta pois pick-up autolla, henkilöauton peräkärriyllä tai näiden yhdistelmällä, jolloin saadaan kuljetettua kaksi säkkiä kerrallaan. Täysinäinen 1100 litran säkki painaa käpyjen kosteudesta riippuen 500–650 kg, joten useimpien peräkärriiden kantavuus riittää ainakin yhden säkin kuljetukseen. Peräkärriihin on saatavissa myös muovisia kuomuja, jolloin säkit ovat kuljetuksen aikana suojassa sateelta.

Suursäkkien käyttö edellyttää karistamoilta valmiuksia ottaa niitä vastaan. Vähimmäisvaatimus on haarukkavaunu, jolla säkkejä voidaan siirrellä, sekä nostotalja tai puominosturi, jolla säkit voidaan nostaa esipuhdistimelle. Helpon säkkien liikuttelu onnistuu trukilla tai etukuormajalla varustetulla maataloustraktorilla. Suursäkki vaatii tyhjennyspaikalla noin 2,5 metriä vapaakorkeutta, jotta tyhjennysukka pääsee aukeamaan kunnolla (kuva 9).



Kuva 8. Säkitelineen voi rakentaa maastossa helposti lankuista tai puun rangoista.



Kuva 9. Täyttö- ja tyhjennysukalla varustettu suursäkkimalli. Täyttösukka voidaan kääriä täyden ajaksi säkin ulkopuolelta alas (säkin kulmissa on reiät, joista nostolenkit voidaan pujottaa läpi). Suursäkki vaatii noin 2,5 metriä vapaakorkeutta tyhjennyspaikalla. Kuva: Pekka Helenius.

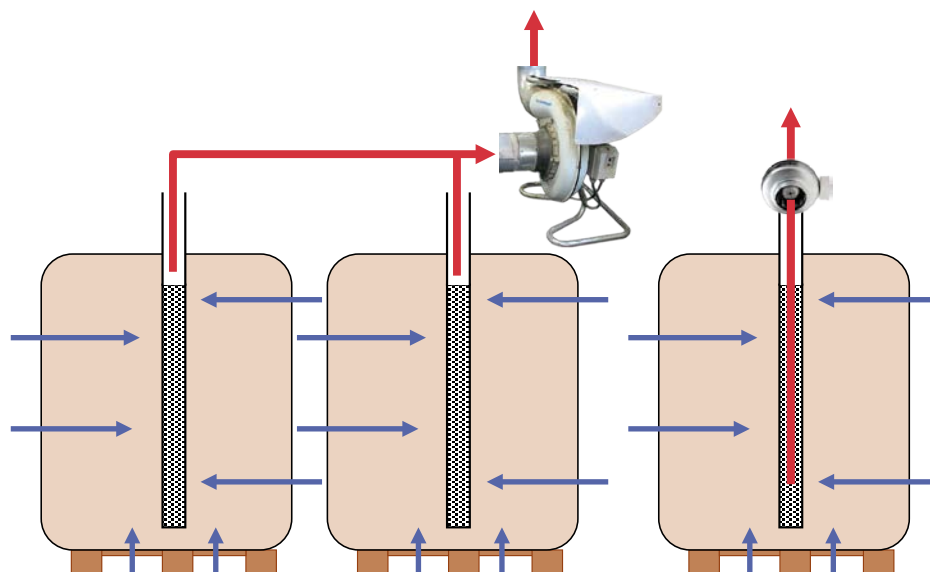
Suursäkkejä välittivät vuonna 2010 ainakin seuraavat yritykset:

Alfa-Bag Oy	Zymotec Oy
Vasarakuja 19 (PL 548)	Kankurinkatu 4-6
67701 Kokkola	05800 Hyvinkää

Vaikka suursäkit on valmistettu ilmaa läpäisevästä kankaasta, voi käpyjen homehtumisesta väli-varastossa tulla ongelma etenkin syyskeruussa, kun kävyt ovat vielä kosteita. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan männyn käpyjen kosteus laskee alle 40 % vasta lokakuun puolivälissä (Sahlen & Abbing 1995). Viileän kesän jälkeen kävyt ovat myös kosteampia kuin lämpimän kesän jälkeen. Säkkien lämpeneminen siementen ja mikrobin elintoimintojen seurauksena lisää homehtumis-riskiä entisestään.

Homeongelmaan varauduttiin suunnittelemalla suursäkkeihin yksinkertainen koneellinen ilmanvaihto: suursäkin keskelle laitetaan ennen täyttöä esimerkiksi 100...150 mm paksuinen salaoja-putki, jonka päähän liitetään väli-varastossa valovirralla toimiva kanavapuhallin. Vaihtoehtoisesti useampi säkki voidaan liittää ilmaletkuilla suurempaan keskipakopuhaltimeen (kuva 10). Säkki-kohtainen kanavapuhallin mahdollistaa käpyerien joustavan ja turvallisen varastoinnin hajaute-tusti, kun taas keskipakopuhallin on luonteva ratkaisu keskitettyyn väli-varastointiin (kohta 4.2.2). Liikuteltavien keskipakopuhaltimien hinnat vaihtelevat puhaltimen tehosta riippuen 500...1000 euron välillä ja niitä on saatavana sekä valo- että voimavirtamoottorilla. Kanavapuhaltimen saa jo noin 100 eurolla.

Koneellista ilmanvaihtoa voidaan tarvittaessa käyttää myös käpyjen esikuivaukseen lämmittä-mällä säkkiin puhallettavaa ilmaa tai lämmittämällä tilaa, jossa säkit väli-varastoidaan, ja johta-malla säkeistä imettävä kostea ilma pois tästä tilasta. Puhallusilman lämmitys ehkäisee myös sie-menten vaurioitumista säkissä pakkasella.



Kuva 10. Ilman vaihtuminen suursäkeissä voidaan varmistaa koneellisesti joko yhdistämällä säkin keskellä oleva ilmanvaihtoputki ilmaletkulla isoon keskipakopuhaltimeen (vasemmalla) tai liittämällä jokaiseen säkkiin pieni erillinen kanavapuhallin (oikealla). Säkin materiaalin tulee olla kaikissa tilanteissa helposti ilmaa läpäisevää.

Käpyjä joudutaan keräämään vaihtelevissa ja usein vaikeissakin olosuhteissa, joten suursäkkien käyttö edellyttää huolellista suunnittelua ja organisointia. Organisoinnin merkitys korostuu metsikkökeräyksissä, jossa kerääjiä on paljon, keruukohteille voi olla hankalaa päästä ja yhdeltä kohteelta saatava käpymäärä voi olla vähäinen. Tällaisessa tilanteessa voi olla järkevää kerätä kävyt ensin pikkusäkkeihin ja siirtää ne suursäkkeihin vasta keruuterminaalissa (kohta 4.2.2).

4.2.2 Keruuterminaali

Luonteva ratkaisu keruun organisointiin aluekeräyksissä on keruuterminaalien käyttö (kuva 11). Vastaavanlaista toimintamallia mutta käänteisessä järjestyksessä on käytetty taimijakelun organisointiin taimitarhoilta uudistusaloille (Harstela ym. 2006). Terminaalimallissa kävyt kerätään maastossa esimerkiksi pikkusäkkeihin ja tuodaan kerääjien toimesta ennalta sovittuna aikana ennalta sovittuun paikkaan eli terminaaliin. Terminaalissa kävyt puhdistetaan roskista, lumesta ja jäästä esimerkiksi rumpuseulalla (kuvat 12 ja 13), säkitetään suursäkkeihin ja välivarastoidaan suojassa sateelta ja pakkaselta.

Terminaalille on hyvä nimetä vastuuhenkilö, joka jakaa kerääjille keruuhjeita (liite A), -astioita ja -säkkejä, vastaanottaa kävyt sekä huolehtii siitä, että ne säilyvät moitteettomassa kunnossa karistamolle kuljetukseen saakka. Hyvin suunniteltu ja toteutettu käpyterminaali toimii karistamon puskurivarastona tarvittaessa pitkälle kevääseen.

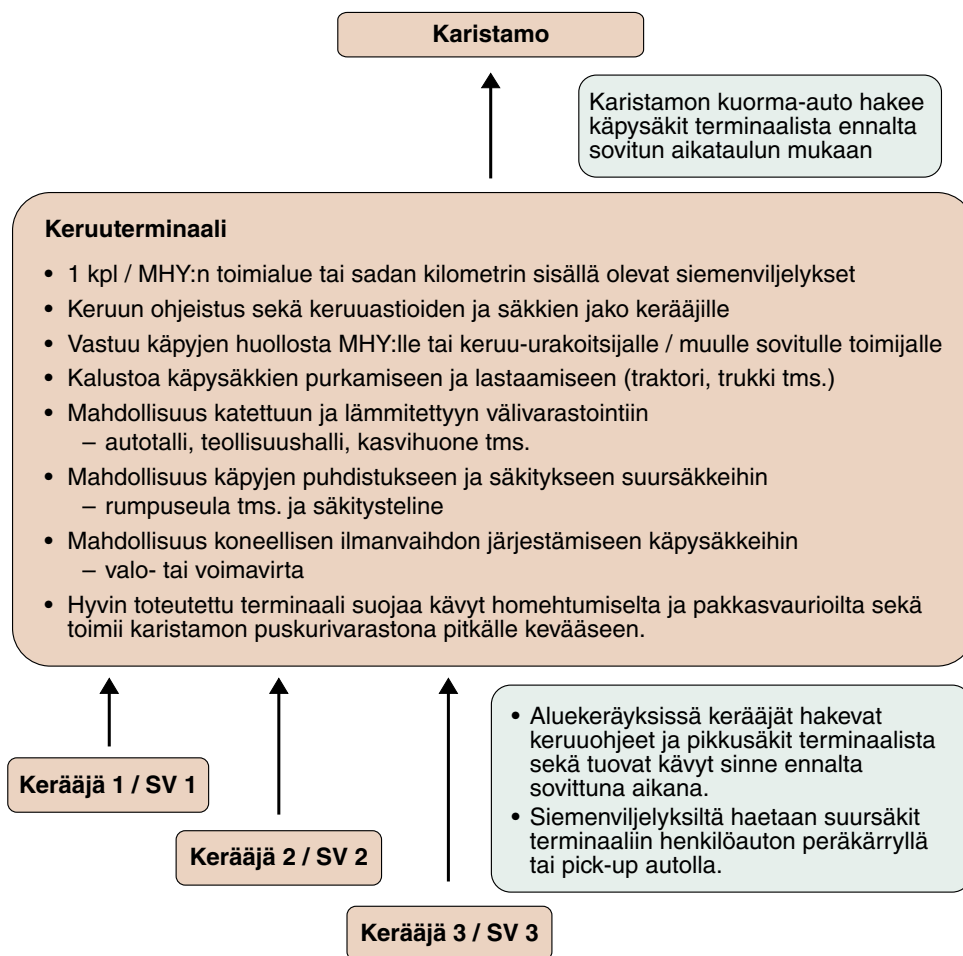
Terminaali vaatii riittävän suuren katetun ja mielellään ilmavan tilan, johon käpysäkit saadaan suojaan sateelta, voimavirtaa rumpuseulan pyörittämiseen ja tarvittaessa myös koneelliseen ilmanvaihtoon. Talvikeräyksissä tulee käyttää terminaaleja, joissa lämpötila saadaan pidettyä muutama aste plussan puolella pakkasvaurioiden välttämiseksi (optimilämpötila +5...+10 °C). Terminaaleiksi soveltuvat vanhat tehdashallit, autotallit, kasvihuoneet tai muut käytöstä poistetut tilat, joita voidaan lämmitellä tarvittaessa esimerkiksi hallilämmittimillä. Terminaalin tulee sijaita kantavan tien varrella, jotta suursäkkejä päästään hakemaan kuorma-autolla.

Terminaalimalli soveltuu hyvin myös käpyjen keruun organisointiin siemenviljelyksiltä. Esimerkiksi kaikki sadan kilometrin sisällä olevien siemenviljelysten kävyt voidaan koota ensin samaan terminaaliin, josta ne kuljetetaan keskitetysti karistamolle.

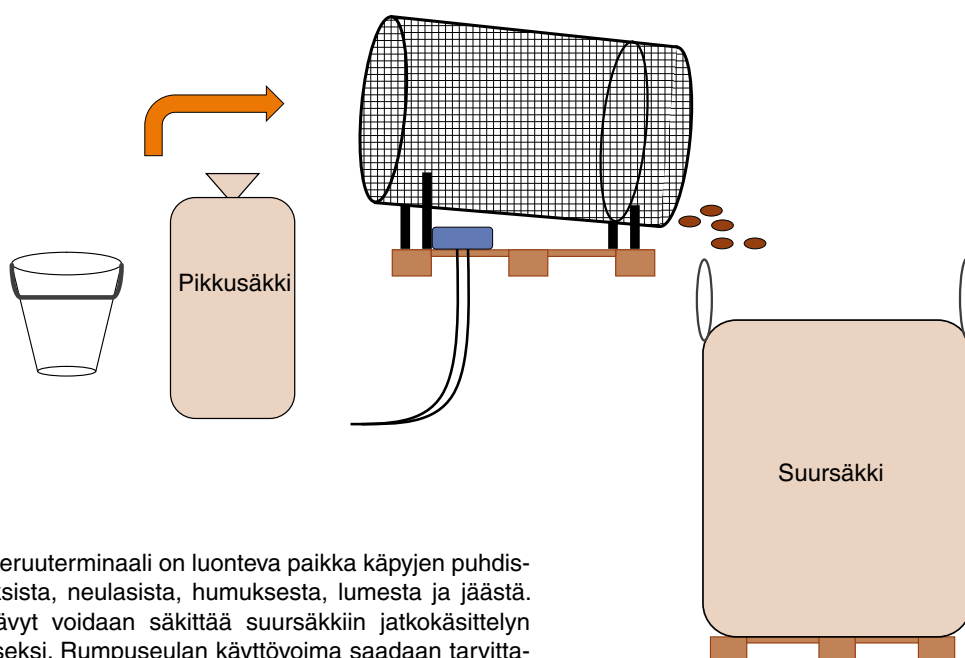
4.2.3 Muu käpyjen käsittelyyn soveltuva laitteisto

Polttopuukoneita valmistavilla yrityksillä on tuotevalikoimissaan klapien puhdistukseen tarkoitettuja puhdistusrumpuja, joita voidaan käyttää pienten muutostöiden jälkeen myös käpyjen puhdistukseen keruuterminaalissa (kuva 13). Rumpua pyöritetään joko hydraulii- tai sähkömoottorilla. Puhdistusrumpujen lisäksi myös muu polttopuiden kuljetuksessa ja varastoinnissa käytettävä tekniikka on käyttökelpoista käpylogistiikassa (hihnakuljettimet, klapi-kuivurit, suursäkit jne.).

Myös maataloudessa on paljon käpyjen välivarastointiin sovellettavaa tekniikkaa, joka on lisäksi käyttämättömänä talvella. Esimerkiksi viljan esikuivauksessa käytetty peräkärri (kylmäilmakuivuri) on helposti muutettavissa käpyjen välivarastointiin soveltuvaksi.



Kuva 11. Keskitetty käpyjen keruun ja välivarastoinnin toimintamalli (MHY = metsänhoitoyhdistys, SV = siemenviljelys).



Kuva 12. Keruutermiinaali on luonteva paikka käpyjen puhdistukseen oksista, neulasista, humuksesta, lumesta ja jäästä. Samalla kävyt voidaan säkittää suursäkkiin jatkokäsittelyn helpottamiseksi. Rumpuseulan käyttövoima saadaan tarvittaessa myös traktorin hydraulikasta tai ulosotosta.



Kuva 13. Polttopuiden puhdistukseen tarkoitettu rumpuseula soveltuu myös käpyjen esipuhdistukseen, kun rummun sisään asennetaan tiheämpi verkko. Kuva: Ylistaron Terästäkomo Oy.

4.2.4 Käpyjen keruun koneellistaminen

”Metsätalouteen liittyvissä töissä puunkorjuu on jo käytännössä täysin koneellistunut ja sama kehitys on menossa metsänhoitotöissä ehkä viimeisenä yhteiskuntamme suurista fyysisistä voimaa vaativista työlajeista” (Harstela 2004). Erilaisia istutuskoneita on ollut markkinoilla jo toistakymmentä vuotta ja taimikonhoidon koneellistamisessakin ollaan pitkällä. Sitä vastoin käpyjen keruu siemenviljelmiltä ja metsiköistä tehdään vielä kokonaan käsin, eikä koneita ole edes suunnitteluasteella. Joitain prototyyppejä on aikojen kuluessa kokeiltu huonoin tuloksin.

Yksi koneellistamisen edellytyksistä on, että koneen hinnan on oltava oikeassa suhteessa tuottavuuteen ja vuotuisen käyttömäärään. Tämä edellytys käytännössä sulkee pois pelkästään käpyjen keruuseen tarkoitettujen koneiden kehittämisen. Metsikkökeräyksissä koneellistaminen voisi kuitenkin olla kannattavaa integroimalla käpyjen keruu puun korjuuseen.

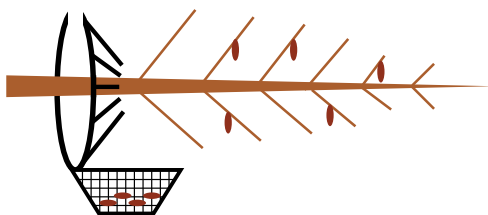
Integroitu käpyjen keruu voidaan tehdä harvesterin kylkeen kiinnitettävällä ”käpykammalla”, jonka läpi kuljettaja vetää koneen puomilla tai kaatopään syöttörullilla puun latvan, jossa on runsaasti hyvälaatuisia käpyjä. Kampa irrottaa kävyt ja pudottaa ne alapuolella olevaan keruuastiaan (kuva 14). Menetelmä voisi toimia ainakin kuusella, jonka kävyt sijaitsevat latvassa lähellä toisiaan. Ammattitaitoinen kuljettaja voi myös tehdä kerättävien latvusten valintaa puiden ulkoisen laadun perusteella.

Kampa todennäköisesti irrottaa latvuksista myös oksankärkiä ja muuta roskaa, joten kävyt joudutaan puhdistamaan esimerkiksi rumpuseulalla (kuva 12) tai käsin ennen välivarastointia ja kuljetusta karistamolle.

Siemenviljelyksillä vartteita ei voida kaataa ja etenkin vanhemmilla viljelmillä vartteet ovat jo liian pitkiä, jotta keruun koneellistaminen olisi mahdollista. Avomaan siemenviljelysten uusissa perustamis- ja hoito-ohjeissa suositellaan vartteiden latvan katkaisemista ja sivuoksien leikkaamista

niiden pitämiseksi lyhyempinä (Antola ym. 2009). Kuusella latvan katkaiseminen suositellaan yhdistettäväksi runsaan käpysadon keräykseen, jolloin edellä mainittu harvesterikampamenetelmä voisi toimia ainakin alkuvaiheessa. Tätä puoltaa myös se, että katkaistu latva käpyineen tulisi pitää erossa maasta homeriskin takia (kohta 4.3).

Ruotsalaiset ovat tehneet kokeita ns. aitiviljelmien perustamiseksi, jossa vartteet leikataan koneellisesti harvan ja kookkaan pensasaidan tyyppiseksi kasvustoksi (Almiqvist 2007, kuva 15). Tavoitteena on lisätä hehtaarikohtaista siementuotantoa sekä helpottaa ja tehostaa käpyjen keruuta sekä torjunta-ainekäsittelyä. Matala ja tiivis kasvusto luo myös uusia mahdollisuuksia käpyjen keruun koneellistamiseen.



Kuva 14. Harvesteriin kiinnitettävä ”käpykampa”. Koneen kuljettaja vetää puomilla tai kaatopään syöttörullilla puun latvan kamman läpi ennen kuin sylkäisee sen pois. Kamman irrottamat kävyt putoavat alla olevaan keruuastiaan. Kuva: Pekka Helenius.



Kuva 15. Tiheään asentoon istutettu ja kertaalleen leikattu männyn siemenviljelys Uumajan lähellä Ruotsissa. Vartteiden istutusväli on 2,5 × 7 metriä. Kuva: Pekka Helenius.

4.3 Keruun hygienia

Siemenlevintäiset homeet aiheuttavat taimitarhalla taimipoltetta ja juurilahoa sekä alentavat itämistarmoa. Homeet myös heikentävät etenkin vajaasti tuleentuneen siemenen varastointikestävyyttä. Haitallisten homeiden määrää siemenerässä voidaan vähentää huolehtimalla hygieniasta siemenhuoltoketjun kaikissa vaiheissa.

Useimmat homesienet tarttuvat siemeniin käpyjä keruussa. Etenkin maakosketus ja sadeveden roiskeet maasta lisäävät homeitiöiden leviämistä ja kasvua käpyjen pinnalla. Maakosketuksen lisäksi varma keino levittää homeita siemenerään on ylivuotisten käpyjen kerääminen (Kolotelo ym. 2001, Lilja & Himanen 2010). Ylivuotiset kävyt on yleensä helppo tunnistaa niiden pinnalla olevista tummista pilkuista, jotka ovat homesienten kuromapulloja (kuva 16). Myös käpyjen kerääminen sairaista puista lisää hometartuntariskiä.

Käpyjen pinnalta homeitiöt voivat levitä siemeniin ja toisiin käpyihin, mikäli olosuhteet ovat suotuisia: lämpötila +15...+22 °C ja suhteellinen kosteus 60...80 %. Harmaahome voi tosin itää lähellä 0 °C. Maakosketuksen välttämisen lisäksi on tärkeää, että ilma pääsee vaihtumaan käpyjen ympärillä ja lämpötila pysyy riittävän alhaisena välivarastoinnin aikana. Kämpysäkeissä lämpötila nousee helposti siementen ja mikrobien elintoimintojen seurauksena (Lilja & Himanen 2010).

Oksat, neulaset, sammal ja humus ovat suotuisia kasvualustoja homeelle, joten ne on tärkeää poistaa käpyjen joukosta mahdollisimman aikaisin. Samalla tulee huolehtia siitä, ettei käpysäkeihin kulkeudu lunta ja jäätä, joka sulaessaan kostuttaa käpyjä ja lisää home- ja pakkasvaurioriskiä. Siemenviljelyksillä neulasten ja roskien seulontaa tehdään jo nykyisin traktorikäyttöisillä rumpuseuloilla. Metsikkökeruussa roskien ja lumen seulonta voidaan yhdistää käpyjen keruuseen rakentamalla keruuämpäriin kaksoisverkkopohja, joka päästää roskat lävitseen, mutta estää käpyjen maakosketuksen. Saman asian ajaa kalastustarvikkeille suunniteltu verkkoämpäri (kuva 17). Keruun aikana ämpäriin vielä jääneet roskat voi seuloa ravistelemalla ämpäriä ennen käpyjä kaatamista säkkiin. Kävyt voidaan tarvittaessa seuloa vielä koneellisesti, kun ne tuodaan keruuterminaaliin (kuva 12).

Riski maalevintäisistä homeista on suurin metsikkökeräyksissä, joissa kävyt kerätään kaadettujen puiden latvuksista. Mitä kauemmin kaadosta on kulunut, sitä suurempi on tartuntariski. Etenkin syksyllä lämpimällä ja kostealla säällä kävyt tulisi kerätä heti hakkuun jälkeen.



Kuva 16. Taimipoltetta aiheuttavan *Sirococcus conigenus*-sienen kuromapulloja ylivuotisen kuusen kävyn käpysuomujen pinnalla. Kuva: Jack R. Sutherland.

Myös siemenviljelyksiltä kerätyistä siemeneristä on eristetty maalevintäisiä homeita, ts. kävyt ovat olleet kosketuksissa maahan. Toisaalta ”maa” on voinut olla kosketuksissa käpyihin: Kävyt kerätään siemenviljelyksillä usein henkilönostimella, jonka korin alle on rakennettu käpysäiliö (kuva 18). Kerääjän seistessä säiliössä olevien käpyjen päällä, voi home kulkeutua käpyihin kerääjän jalkineisiin tarttuneen maan mukana. Myös käytetty käpysäkki tai muu keruuastia voi olla tartuntalähde, ellei sitä ole desinfioitu esimerkiksi kuumalla höyryllä ennen keruuta. Ohjeet hyvän hygienian ylläpitoon keruussa ja välivarastoinnissa löytyvät liitteestä A.



Kuva 17. Kalastustarvikkeille suunniteltu verkkoämpäri soveltuu käpyjen seulontaan neulasista, lumesta ja jäästä keruun aikana. Kaksoisverkkopohjan rakentaminen keruuämpäriin ehkäisee käpyjen suoraa maakosketusta ja homeitiöiden leviämistä maasta. Kuva: Lindeman Oy.



Kuva 18. Käpyjen keruuta siemenviljelykseltä henkilönostimella. Henkilönostimen korin alle on rakennettu käpysäiliö, jonka päällä kerääjä seisoo. Maalevintäisiä homeita voi tällöin kulkeutua käpyihin kerääjän jalkineisiin tarttuneen maan mukana. Kuva: Pekka Helenius.

4.4 Olosuhteiden seuranta

Käpyjen välivarastointiolosuhteita keruukohteelta karistamolle voidaan seurata elektronisilla tallentimilla (kuva 19). Tallentimen keräämistä tiedoista selviää, ovatko kävyt altistuneet epäedullisille olosuhteille (mm. liian alhainen tai korkea lämpötila, korkea suhteellinen kosteus) ennen karistusta ja missä vaiheessa altistuminen on tapahtunut. Seurannan tulosten perusteella voidaan tarvittaessa tehdä muutoksia välivarastointiolosuhteisiin ja -käytäntöihin.

Tallennin ohjelmoidaan tietokoneella etukäteen mittaamaan muuttujat tietyin väliajoin ja tallentamaan lukemat muistiin. Mittausvälin voi yleensä valita muutamasta sekunnista useisiin tunteihin. Mitä pidempi mittausväli on, sitä pidempi aika tallentimella voidaan yhtäjaksoisesti mitata. Esimerkiksi 10 minuutin tallennusvälillä nykyisten tallentimien muisti riittää 150 vuorokauden yhtäjaksoiseen seurantaan. Tallentimen voi myös ohjelmoida käynnistymään viiveellä, esimerkiksi vasta kahden päivän kuluttua. Ohjelmoitu tallennin voidaan lähettää kerääjille ja pyytää laittamaan se keruupaikalla käpysäkkiin tai -konttiin. Kun säkki tai kontti tyhjenetään karistamalla, tallennin poimitaan käpyjen seasta ja luetaan sen muistiin tallentuneet tiedot.

Tallennin voidaan tarvittaessa siirtää käpysäkistä suoraan karistusuuniin, jolloin saadaan selville myös karistusolosuhteet. Koko ketjun kattava lämpötilan- ja suhteellisen kosteuden seuranta on hyvä tehdä rutiininomaisesti muutamia kertoja vuoden aikana.

Elektronisten tallentimien lisäksi käpyjen välivarastointiolosuhteita voidaan seurata myös indikaattoriliuskoilla, jotka paljastavat väriä muuttamalla, mikäli lämpötila on ylittänyt tuotteen laadun säilymisen kannalta kriittisen arvon (kts. kohta 6.2.2). Esimerkiksi sopivalla kynnyksarvolla varustettu ”pakkasvahti” olisi hyvä apuväline käpyjen välivarastoinnissa (kuva 31).



Kuva 19. Lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mittaava tallennin (keskellä), tallennetun tiedon siirtoon tietokoneelle tarvittava optinen lukuasema ja tallentimen suojausputki. Kuva: Pekka Helenius.

4.5 Säähavaintoasemat

Ilmatieteen laitoksen toimesta tehdään säähavaintoja säännöllisesti lähes 500 pisteessä ympäri Suomen (kuva 20). Näillä havainnoilla on keskeinen sija sääennustusten laadinnassa. Havaintotiedon muita käyttäjiä ovat mm. lentoliikenne, merenkulku, matkailu, maa- ja metsätalous, energiantuotanto, kunnossapitopalvelut sekä yksityiset kansalaiset.

Siemenviljelysten, metsikkökeruukohteiden ja keruuterminaalien lähellä olevien säähavaintoasemien keräämää tietoa voidaan käyttää apuna käpyjen keruun sekä muiden siemenhuoltoketjuun liittyvien toimenpiteiden suunnittelussa. Käyttökelpoisia tunnuslukuja ovat kasvukauden tehoisa lämpösumma (siementen tuleentuminen), kuukauden sadesumma (kukittaminen, sienituhoriski) ja vuorokauden keski-, maksimi- ja minimilämpötilat (kukittaminen, homehtumisriski, pakkasvaurioriski). Ilmatieteen laitos laskee aikasarjat parissa päivässä ja toimittaa tiedot tilaajalle maksua vastaan halutussa muodossa, esimerkiksi valmiina Excel-taulukkona tavallisesti sähköpostina. Palvelun hinta määräytyy tarvittavan data- ja työmäärän perusteella.

Erikseen tilattavien aikasarjojen lisäksi Ilmatieteen laitoksella on myös eri käyttäjäryhmille suunnattuja helppokäyttöisiä mobiilisääpalveluja, joita voi hyödyntää metsäpuiden siemenhuollossa. Esimerkiksi minkä tahansa Suomen kunnan ko. hetkeen mennessä kertyneen lämpösumman ja ennusteen kolmelle seuraavalle päivälle saa selville tekstiviestillä ("lämpösumma suonenjoki" numeroon 16161, hinta 0,84 € / viesti vuonna 2010).

Taulukoissa 2, 3 ja 4 on listattu kuusen, männyn ja lehtikuusen rekisteröidyt siemenviljelykset Suomessa ja niitä lähimpänä olevat Ilmatieteen laitoksen säähavaintoasemat. Listat kaikista havaintoasemista ja ohjeet havaintoaineistojen tilaamiseen ja muiden palvelujen käyttöön löytyvät Ilmatieteen laitoksen Internet-sivuilta:

- <http://www.fmi.fi/saa/havainto.html>
- <http://www.fmi.fi/tuotteet/maatalous.html>



Kuva 20. Asikkalassa Pulkkilanharjun loiston yhteydessä oleva Ilmatieteen laitoksen automaattisääasema. Kuva: Pekka Helenius.

Taulukko 2. Rekisteröidyt siemenviljelykset kuusella ja niitä lähimmät Ilmatieteen laitoksen säähavainto-asetat.

Siemenviljelys	Sijaintikunta	Lähin säähavaintoasema
SV 40 Kivimäki	Pieksänmaa	Joroinen Varkauden lentoasema
SV 52 Ahvenlampi	Rautjärvi	Punkaharju Laukansaari
SV 71 Ristee	Tohmajärvi	Tohmajärvi Kemie621
SV 73 Onkimaa	Tammela	Jokioinen Jokioisten Observatorio
SV 109–113 Leppäniemi	Kangasniemi	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 169 Riihimäki	Jämsä	Jämsä Himos
SV 170 Heinämäki	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 171 Isoaho	Tammela	Jokioinen Jokioisten Observatorio
SV 172 Palvaanjärvi	Miehikkälä	Virolahti Koivuniemi
SV 175 Vehkasalo	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 176 Metsä-lhala	Virrat	Virrat Äijäneva
SV 177 Sairila	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 179 Svartbäck	Inkoo	Inkoo Bågaskär
SV 235 Sillanpää	Iitti	Kouvola Utin lentokenttä
SV 365–367 Paronen	Joutsa	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 374–375 Mellonkylä	Imatra	Lappeenranta Konnunsuo
SV 388 Haapastensyrjä	Loppi	Hyvinkää Hyvinkäänkylä
SV 401 Taimiharju III	Luumäki	Kouvola Utin Lentokenttä
SV 403 Suhola I	Joroinen	Joroinen Varkauden Lentoasema
SV 428 Taavetti	Luumäki	Kouvola Utin Lentokenttä

Taulukko 3. Rekisteröidyt siemenviljelykset männyllä ja niitä lähimmät Ilmatieteen laitoksen säähavainto-asetat.

Siemenviljelys	Sijaintikunta	Lähin säähavaintoasema
SV 17 Oitti	Hausjärvi	Hyvinkää Hyvinkäänkylä
SV 22, 23, 27 Vilhelminmäki	Jämsänkoski	Jämsä Himos
SV 25, 30 Heinäsuo	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 58 ja 66 Olkilampi	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 61 Huhtapuro	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 67 Naulamäki	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 68 Napsala	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 69 Tuoresoja	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 70 Kemie	Tohmajärvi	Tohmajärvi Kemie621
SV 72 Hienolanaho	Jämsä	Jämsä Himos
SV 80 Keltasuo	Jämsänkoski	Jämsä Himos
SV 82 Lastumäki	Jämsä	Jämsä Himos
SV 83 Laakerinmaa	Jämsä	Jämsä Himos
SV 84 Naulamäki	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 92 Herrasenaho	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 94 Leväniemi	Pieksänmaa	Joroinen Varkauden lentoasema
SV 95 Partala	Sulkava	Savonlinna Ruunavuori
SV 96 Mellonkylä	Imatra	Lappeenranta Hiekkapakka
SV 97 Kuvansi	Varkaus	Varkaus Kosulanniemi
SV 98 Aitolahti	Tampere	Tampere Härmälä612
SV 99 Dalkarby	Pohja	Lohja Porla
SV 105 Härskiänsaari	Ruokolahti	Lappeenranta Hiekkapakka
SV 114 Nikkola	Ilmajoki	Seinäjäki Pelmaa
SV 118 Metsä-lhala	Virrat	Virrat Äijäneva
SV 123 Kanteleenniemi	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 124 Suokanta	Iitti	Kouvola Utin Lentokenttä
SV 125 Ristaniemi	Orivesi	Juupajoki Hyytiälä
SV 133 Metsä-lhala	Virrat	Virrat Äijäneva

Taulukko 3. Jatkuu...

Siemenviljelys	Sijaintikunta	Lähin säähavaintoasema
SV 134 Aro	Kauhajoki	Kauhajoki Kuja-Kokko
SV 138 Vehkasalo II	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 139 Rumpali	Jämsä	Jämsä Halli Lentokenttä
SV 141 Parkkola	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 142 Riukukangas	Jämsä	Jämsä Halli Lentokenttä
SV 144 Karminkangas	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 145 Jynhänmaa I	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 146 Kuusisto	Jämsä	Jämsä Halli Lentokenttä
SV 149 Mustasuu	Jämsä	Jämsä Himos
SV 152 Kanteleenniemi	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 153 Leppälahti	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 154 Naulamäki	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 155 Ruoksu	Hämeenkoski	Hämeenlinna Lammi Pappila
SV 158 Humula	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 159 Kivisuo	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 160 Metsä-lhala	Virrat	Virrat Äijäneva
SV 165 Jörkki	Pyhäjärvi	Pyhäjärvi Ojakylä
SV 168 Koivunoro	Jämsä	Jämsä Himos
SV 190 Metsä-lhala	Virrat	Virrat Äijäneva
SV 191 Syrjälä	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 192 Riihimäki	Jämsä	Jämsä Halli Lentokenttä
SV 194 Koskela	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 195 Töllinmäki	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 196 Niinimäenselkä	Lammi	Hämeenlinna Lammi Evo
SV 199 Hirola II	Mikkeli	Mikkeli Mikkelin Lentoasema
SV 200 Hirola III	Mikkeli	Mikkeli Mikkelin Lentoasema
SV 201 Kalliola	Iitti	Kouvola Utin Lentokenttä
SV 217 Hallaperä	Valkeala	Kouvola Utin Lentokenttä
SV 218 Hirola IV	Mikkeli	Mikkeli Mikkelin Lentoasema
SV 219 Palvaanjärvi	Miehikkälä	Virolahti Koivuniemi
SV 220 Jynhänmaa II	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 224 Pihlaissuo	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 225 Palho	Jämsä	Jämsä Halli Lentokenttä
SV 226 Kulperi	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 227-228 Karminkangas II	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 229 Käräjärvi	Joutsa	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 237 Mattila	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 238 Rietula	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 239 Hangasjärvi	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 240 Niemisjärvi	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 241 Ristivehmas	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 242 Rasinmäki	Jämsänkoski	Jämsä Himos
SV 243 Tikkamäki	Muurame	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 244 Leveäjärvi	Jämsä	Jämsä Halli Lentokenttä
SV 245 Liukkola	Jämsä	Jämsä Himos
SV 249 Metsäväärä	Pertunmaa	Heinola Asemantaus
SV 251 Lentämä	Sysmä	Asikkala Pulkkilanharju
SV 254 Nokiniemi	Kuhmoinen	Asikkala Pulkkilanharju (Jämsä Himos)
SV 255 Parila	Hämeenkyrö	Tampere Härmälä612
SV 256 Jalkokangas	Hartola	Asikkala Pulkkilanharju (Heinola Asemantaus)
SV 267 Naulavuori	Jyväskylä	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 268 Höllilä	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 269 Mäkelä	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 270 Pikkula	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 271 Raja-Aho	Korpilahti	Jämsä Himos

Taulukko 3. Jatkuu...

Siemenviljelys	Sijaintikunta	Lähin säähavaintoasema
SV 272 Korkeamäki	Muurame	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 273 Alatupa	Petäjävesi	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 274 Pöytälauta	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 276 Syysniemi	Leivonmäki	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 277 Rimmi	Leivonmäki	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 280 Niittyrinta	litti	Kouvola Anjala
SV 281 Nurmela	litti	Kouvola Anjala
SV 282 Männikkö	Anjalakoski	Kouvola Anjala
SV 283 Kangastenperä	Keuruu	Virrat Äijäneva
SV 284 Seppälän tila	Kärkölä	Lahti Laune
SV 290 Tourula	Petäjävesi	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 291 Rohula	Petäjävesi	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 293 Nättiä	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 294 Kalliomäki	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 295 Okspohja	Jämsä	Jämsä Himos
SV 296 Vihtakorpi	Muurame	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 297 Kankaistenmäki	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 298 Lepistö	Leivonmäki	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 300 Paronen	Joutsa	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 301 Manteresaari I	Joutseno	Lappeenranta Konnunsuo
SV 302 Kivisaari I	Joutseno	Lappeenranta Konnunsuo
SV 304 Niskamäki	Pieksänmaa	Joroinen Varkauden lentoasema
SV 308 Karpalomaja	Köyliö	Kokemäki Peipohja Hyrkölä
SV 310 Santala	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 311 Puoliväli	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 312 Kokkila	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 314 Tallimäki	Jämsänkoski	Jämsä Himos
SV 315 Kaskimäki	Toivakka	Joutsa Leivonmäki Savenaho
SV 316 Väärämäki	Kyyjärvi	Alajärvi Möksy
SV 318 Ullanristi-Hakoluoto	Köyliö	Kokemäki Peipohja Hyrkölä
SV 320 Manteresaari II	Joutseno	Lappeenranta Konnunsuo
SV 321 Kivisaari II	Joutseno	Lappeenranta Konnunsuo
SV 323 Vitikkala	Mäntyharju	Mikkeli Mikkelin Lentoasema
SV 325 Vastalahti	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 337–339 Mellonkylä	Imatra	Lappeenranta Hiekkapakka
SV 357 Oitti	Hausjärvi	Hyvinkää Hyvinkäänkylä
SV 358 Nummela	Nurmijärvi	Nurmijärvi Geofysiikan Observatorio
SV 369 Napsala	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 370 Siirtola	Pori	Pori Porin Lentoasema
SV 371 Napsala	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 372 Nurmijärvi	Nurmijärvi	Nurmijärvi Geofysiikan Observatorio
SV 389 Somerharju	Luumäki	Kouvola Anjala
SV 391 Ylijärvi	Ylämaa	Virolahti Koivuniemi
SV 392 Ruoksu	Hämeenkoski	Hämeenlinna Lammi Pappila
SV 398 Knuutila	Tammela	Jokioinen Jokioisten Observatorio
SV 400 Alkärr	Inkoo	Inkoo Bågaskär
SV 404 Suhola II	Joroinen	Joroinen Varkauden Lentoasema
SV 405 Peräsuo	Joroinen	Joroinen Varkauden Lentoasema
SV 406 Seppälä	Joroinen	Joroinen Varkauden Lentoasema
SV 407 Ruhala	Orimattila	Lahti Laune
SV 408 Hinkka	Viiala	Tampere Siilinkari613
SV 409 Ruunamäki	Vuolijoki	Kajaani Kajaanin Lentoasema
SV 410 Kuusikko	Tervola	Kemi Ajos
SV 411 Koljo	Iisalmi	Pyhäjärvi Ojakylä
SV 414 Kokko	Kauhajoki	Kauhajoki Kuja-Kokko

Taulukko 3. Jatkuu...

Siemenviljelys	Sijaintikunta	Lähin säähavaintoasema
SV 416 Uusi-Jokela	Saarijärvi	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 417 Ahvenlampi	Saarijärvi	Jyväskylä Jyväskylän Lentoasema
SV 419 Käpy-Amerikka	Tyrnävä	Oulunsalo Oulun Lentoasema
SV 436 Veikonmäki	Alavus	Ähtäri Myllymäki

Taulukko 4. Rekisteröidyt siemenviljelykset lehtikuusella ja niitä lähimmät Ilmatieteen laitoksen säähavaintoasemat.

Siemenviljelys	Sijaintikunta	Lähin säähavaintoasema
SV 16 Oitti	Hausjärvi	Hyvinkää Hyvinkäänkylä
SV 29 Nahkamäki	Korpilahti	Jämsä Himos
SV 36 Metsäkoulu	Siilinjärvi	Siilinjärvi Kuopion Lentoasema
SV 205 Metsä-lhala	Virrat	Virrat Äijäneva
SV 234 Kivimäki	Pieksänmaa	Joroinen Varkauden lentoasema
SV 309 Lassinmaa	Jämsä	Jämsä Himos
SV 356 Neitsytniemi	Imatra	Lappeenranta Hiekkapakka
SV 368 Hepoharju	Luumäki	Kouvola Utin Lentokenttä
SV 402 Taimiharju IV	Luumäki	Kouvola Utin Lentokenttä

5 Karistamo

5.1 Käpyjen vastaanotto

Maataloudessa viljelykasvien kauppa perustuu pitkälti laatuhinnoitteluun. Kun viljelijä tuo kuorman ostajan vastaanottopisteeseen, siitä otetaan näyte ennen kuorman punnitsemista ja purkamista. Näytteen laatu analysoidaan pikatesteillä ja tämän perusteella tehdään päätös tuotteen käyttökohteesta ja viljelijälle mahdollisesti maksettavasta laatulisästä. Mikäli laatu ei vastaa vähimmäisvaatimuksia, kuorman vastaanotosta voidaan kieltäytyä.

Karistamolle saapuvien käpyjen laatu vaikuttaa suuresti siemensaantoon, siementen hygieniaan ja muuhun laatuun. Näytteenotto kävyistä ja siihen perustuva päätös käpyerän kohtalosta ja mahdollisesti myös hinnoittelusta on perusteltua tehdä myös karistamalla. Usein jo pelkkä tietoisuus laaduntarkkailusta riittää parantamaan toiminnan laatua.

Laaduntarkkailu voidaan toteuttaa esimerkiksi niin, että karistamolle saapuvasta käpyerästä kerätään näytekäpyjä (osanäytteitä) kaikista ko. siemenerään kuuluvista konteista tai suursäkeistä. Mikäli kävyt ovat pikkusäkeissä, kävyt kerätään satunnaisesti tai systemaattisesti (esimerkiksi joka 10. säkki) valituista näytesäkeistä. Luotettavuuden varmistamiseksi näyte otetaan sokkona käpyvirrasta, kun konttia tai säkkiä tyhjenetään esipuhdistimeen tai mittakonttiin. Käpyjä ei tule poimia käpyvirrasta käsin, vaan ne on kerättävä sopivaan astiaan, jotta seassa olevien roskien määrä saadaan selville. Osanäytteet yhdistetään kokoomänäytteeksi (esimerkiksi 10 litraa) joka punnitaan.

Kokoomänäytteestä lasketaan uudet karistuskelpoiset kävyt sekä vanhat ja muulla tavoin karistuskelvottomat kävyt ja kirjataan tulokset näytteenottolomakkeelle (kuva 21). Käpyjen luokittelu tehdään kerääjille jaetun keruuohjeen perusteella (liite A). Roskat erotellaan käpyjen joukosta ja punnitaan. Lopuksi lasketaan eri lajitteiden suhteelliset osuudet kappalemäärästä sekä roskien osuus näytteen kokonaispainosta. Lomakkeelle voidaan merkitä myös muita huomioita käpyerän laadusta, keruuajankohdasta, välivarastoinnista jne. Alkuperäinen lomake dokumentoidaan ja siitä annetaan kopio kerääjälle. Riitatilanteiden välttämiseksi kerääjä voidaan pyytää seuraamaan näytteenottoa ja käpyjen laatuluokitusta.

Käpynäytteen analyysitulosta voidaan käyttää maksuperusteena tai käpyerä voidaan ohjata tarvittaessa jatkokäsittelyyn (tehopuhdistus, pihkanpoisto jne.). Näytteen karistuskelpoisista kävyistä voidaan mitata kosteus pikamittarilla sopivan esikuivausajan ja -lämpötilan valitsemiseksi (kohta 5.2).

Osa ulkoisesti karistuskelpoisiksi luokitelluista kuusen kävyistä on syytä halkaista oksasaksilla kävyn sisällä elävien tuholaisten määrän selvittämiseksi. Esimerkiksi kuusen käpykääriäisen (*Cydia strobilella*) aiheuttamia tuhoja ei yleensä näe kävystä päällepäin. Käpykääriäisen nuori toukka mahtuu siemenen sisään, syö sen tyhjäksi ja jatkaa seuraavaan (Ylioja 2007). Vanhemmat toukat syövät käpylapakkoa ja talvehtivat kävyn sisällä (kuva 22). Mikäli näytteessä havaitaan runsaasti käpytuholaisia, kannattaa erä ohjata karistukseen nopeasti. Karistuksessa käytetty lämpö tappaa suurimman osan toukista.



Näytteenotto- ja analyysilomake

Karistamo: _____

Kävyt tuotu karistamolle: A) kontissa _____ B) suursäkissä _____ C) pikkusäkeissä _____

Siemenkeräysilmoituksen nro: _____ Kerääjä: _____

Saapunut karistamolle (pvm): _____ Näyte otettu (pvm): _____

Puulaji: _____ Näytteen paino (g): _____

	kpl	%
1. Karistuskelpoiset kävyt		
2. Raa'at (vihreät) kävyt		
3. Uudet alamittaiset (mänty < 3 cm, kuusi < 7 cm)		
4. Vanhat kävyt		
5. Sienituho (talvikki- ja suopursuruoste)		
6. Hyönteistuho		
7. Homehtuneet		
8. Muu (mikä):		
Yhteensä:		
	g	%
Roskia (neulaset, oksat, muut)		
	Paljon	Vähän
Pihkaa		
	%	%
Käpyjen kosteus (karistuskelpoiset)		

Huomioita: _____

Näytteenottaja: _____

Kuva 21. Esimerkki käpyjen vastaanotossa käytettävästä näytteenotto- ja analyysilomakkeesta. Samaa lomaketta voidaan käyttää myös kerääjien itse toteuttamassa omavalvonnassa.



Kuva 22. Vasemmalla halkaistu kuusen käpy, jonka sisällä on kuusen käpykääriäisen (*Cydia strobilella*) toukka. Käpykääriäisen tuhoa on yleensä vaikea havaita päällepäin. Oikealla käpykoisan (*Dioryctria abietella*) tuhoamia kuusen käpyjä, joita ei pitäisi päätyä karistamolle lainkaan. Kuvat: Pekka Helenius.

5.2 Esikuivaus

Käpyjen kosteus on keruun jälkeen noin 30–40 % ajankohdasta ja sääoloista riippuen. Käpyjen hallitulla esikuivauksella voidaan nopeuttaa varsinaista karistusta, lisätä siemensaantoa ja ehkäistä homeongelmia. Yksinkertaisin tapa toteuttaa esikuivaus pienillä käpyerillä on asetella pikkusäkit esimerkiksi kasvihuoneessa kuormalavojen päälle yhteen kerrokseen siten että säkkien väliin jää riittävästi ilmatilaa (myös säkkikankaan tulee olla ilmaa läpäisevää), tai levittää kävyt 20–30 cm:n paksuiseksi kerrokseksi verkkopohjaisiin laatikoihin. Osa kävyistä voi aueta esikuivauksen aikana, joten laatikoiden alle on hyvä levittää keruukangas siementen sekoittumisen estämiseksi.

Mikäli kävyt ovat suursäkeissä tai konteissa, joudutaan kuivausilmaa puhaltamaan koneellisesti käpymassan läpi. Ilma kostuu eli menettää kuivaustehoaan kulkiessaan käpymassan läpi, minkä seurauksena kävyt kuivuvat sitä nopeammin, mitä lähempänä ne ovat tuloilma-aukkoa. Jotta kuivuminen olisi tasaista, voidaan kuivausilma johtaa kontin tai suursäkin keskelle reiällistä putkea pitkin (kuva 10). Esikuivausta voidaan tarvittaessa tehostaa lämmittämällä puhallusilmaa tai poistamalla siitä kosteutta.

Liian nopea tai voimakas esikuivaus voi männyllä johtaa siihen, että kävyn aukeaminen ei nopeudu, vaan päinvastoin hidastuu varsinaisessa karistuksessa (kämpysuomut lukittuvat). Tämän takia esikuivauksessa on syytä tarkkailla käpyjen kosteutta tai käpymassan läpi kulkevan ilman kosteutta tai lämpötilaa. Markkinoilla on tallentimia, joilla voidaan seurata ilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa kontin sisällä myös reaaliajassa. Kävyn kosteuden saa puolestaan nopeasti selville kalibroidulla halogeenimittarilla (kuva 36). Mittauksen nopeuttamiseksi käpy kannattaa pilkkoa pienempiin osiin ja mitata kosteus yhdestä osasta ($\frac{1}{8}$ kävystä riittää). Optimikosteutta esikuivauksen jälkeen ei vielä tarkkaan tunneta, mutta käpyjen aukeamisen on havaittu hidastuvan, kun

niiden kosteus on laskenut alle 20 %. Kun optimikosteus saadaan selville, voidaan esikuivausaika säätää eräkohtaisesti.

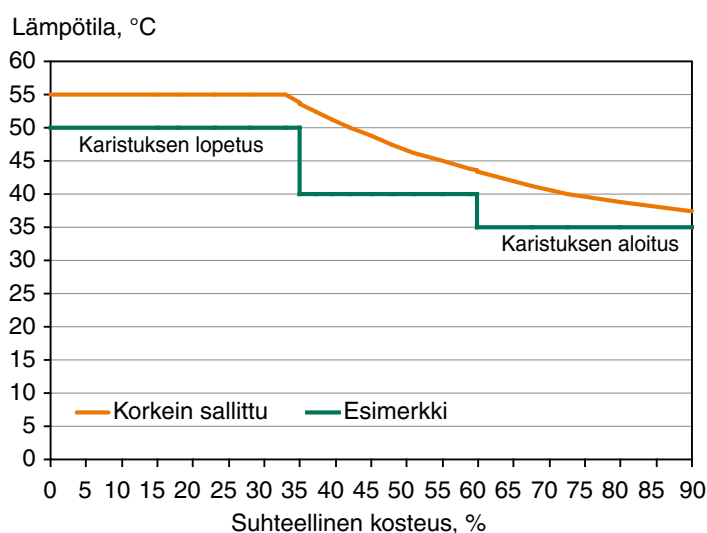
Käpyjen kuivumista esikuivauksessa voidaan tarkkailla myös epäsuorasti suursäkin tai kontin painon avulla. Esimerkiksi taimikasvatuksessa taimiarkeille on laskettu tavoitepainot, jotka kertovat kasvualustana käytetyn turpeen kosteuden ja joiden perusteella taimien kastelua ohjataan (Rikala 2002). Myös käpysäkille tai -kontille voidaan laskea esikuivauksessa tavoitepaino, jonka täytyy alittaa, ennen kuin kävyt ohjataan karistukseen. Esimerkiksi männyn kävyillä 460 g litrapaino vastaa karkeasti 30 % kosteutta. Jos tätä käytetään esikuivauksen tavoitekosteutena, tulee tuhannen litran käpysäkin painaa alle 460 kg (säkin paino vähennettynä) ennen karistusta. Jotta tavoitepaino olisi luotettava indikaattori, on käpyjen kuivuttava tasaisesti säkin tai kontin eri osissa.

5.3 Karistus

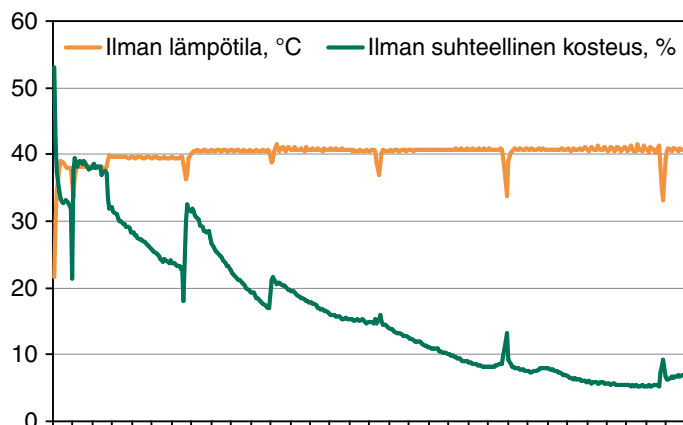
5.3.1 Lämpötila ja kosteus

Korkea karistuslämpötila yhtä aikaa korkean suhteellisen kosteuden kanssa voi tappaa siemenet tai vanhentaa niitä ennen aikaisesti. Etenkin aikaisin kerättyjen käpyerien siemenet ovat herkkiä tällaisille olosuhteille. Karistus on hyvä aloittaa matalalla lämpötilalla, kun kävyt ovat vielä kosteita ja niistä haihtuu runsaasti vettä. Tämä ehkäisee myös kävyn pinnan liian nopeaa kuivumista ja tästä aiheutuvaa käpysuomujen lukittumista. Käpyjen kuivuessa lämpötilaa voi nostaa käpyjen aukeamisen nopeuttamiseksi (kuva 23). Mikäli käpyjä on esikuivattu (kohta 5.2), voi karistuksen aloittaa korkeammalla lämpötilalla.

Karistuksen aikana lämpötilan ja kosteuden muutokset ovat yleensä niin nopeita, että karistusprosessin ohjauksessa automaattinen seuranta- ja ohjausjärjestelmä hälytysrajoineen on luotet-



Kuva 23. Karistusilman lämpötilaa kannattaa nostaa vaiheittain käpyjen kuivuessa ja ilman suhteellisen kosteuden lasiessa. Korkea lämpötila yhdessä korkean suhteellisen kosteuden kanssa vanhentaa siemeniä ennen aikaisesti. Korkein sallittu lämpötila Fystron (1979) mukaan.



Kuva 24. Karistusuunissa olleella tallentimella mitattu ilman lämpötilä ja suhteellinen kosteus yhden 4 vrk:n karistuserän aikana. Tallentimen mittausväli oli 15 minuuttia.

tavampi (tosin myös paljon kalliimpi) ratkaisu kuin käsin tehtävä mittaus. Tallentimella tehtävä säännöllinen olosuhteiden seuranta karistusuunin eri osissa auttaa myös prosessin hallinnassa (kuva 24).

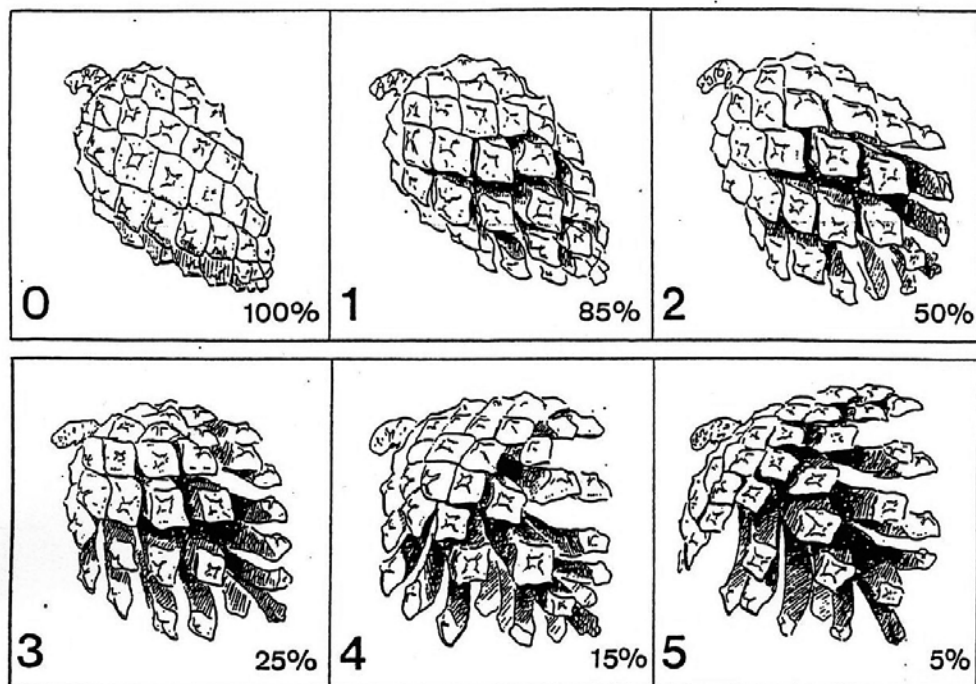
5.3.2 Saannon tarkkailu

Käpyjen aukeamista ja siemensaantoa karistuksessa kannattaa tarkkailla karistusuunista otetuista käpynäytteistä joko silmämääräisesti tai laskemalla kävyistä irronneet siemenet. Silmämääräisen arvioinnin tarkentamiseksi männyn kävyt voidaan jakaa karistusluokkiin (kuva 25). Kullekin karistusluokalle on arvioitu kokeisiin perustuen kävyn sisälle jäävien siementen määrät (Lestander 1984, Lestander ym. 1985). Laskemalla näytteestä eri luokkiin kuuluvien käpyjen suhteelliset osuudet ja kertomalla ne luokkakohtaisilla suhdeluvuilla (kuvien oikeassa alareunassa), voidaan arvioida käpyerään jäljelle jäävien siementen määrä (taulukko 5).

Eniten auenneet kävyt ajautuvat karistuksen aikana käpykerroksen pinnalle ja vähiten auenneet pohjalle, joten käpynäyte tulee ottaa tasaisesti koko kerroksesta (osanäytteitä pinnalta, keskeltä ja pohjalta).

Tarkempi mutta työläämpi keino saannon tarkkailuun on kuumaunimenetelmä (Lestander ym. 1985). Menetelmässä käpyjä laitetaan ensin verkkopussiin ja pussi laitetaan karistusuuniin muiden käpyjen sekaan. Verkon tulee olla niin tiheä, ettei se päästä siemeniä lävitseen. Normaalin karistuksen jälkeen punnitaan ja lasketaan verkkopussissa olleista kävyistä irronneet siemenet lenninsiipineen. Kävyt laitetaan takaisin pussiin, upotetaan veteen kahdeksi tunniksi, annetaan veden valua pois puoli tuntia ja kuivataan kävyt kuivausuunissa korkeassa lämpötilassa (100...150 °C) viisi tuntia. Tämän jälkeen punnitaan ja lasketaan kävyistä irronneet siemenet lenninsiipineen ja verrataan tulosta kastelua edeltäneeseen siemenmäärään (taulukko 6). Jotta tulos edustaisi koko karistuserää, myös verkkopusseihin laitettavien käpynäytteiden ottoon on syytä kiinnittää huomiota.

Saannon tarkkailussa kuumaunimenetelmällä voidaan käyttää myös käpyerän vastaanotossa otetun käpynäytteen karistuskelpoisiksi luokiteltuja käpyjä (kohta 5.1). Tulos kertoo tällöin kuitenkin vain käpyjen aukeamisen vaikutuksen saantoon, ei kokonaissaantoa.



Kuva 25. Karistusluokat 0–5 männyn kävyille sekä kävyn sisälle jääneiden siementen määrät kussakin luokassa (Lestander 1984, Lestander ym. 1985).

Taulukko 5. Karistusluokkiin perustuva siemensaannon laskentaesimerkki männyn kävyillä. Näytteeseen on kerätty 100 käpyä. Esimerkkilaskelmassa käpyerään on jäänyt karistuksen jälkeen 27,3 % siemeniä. (Lestander ym. 1985).

	Käpyjen karistusluokka						Yht.
	0	1	2	3	4	5	
1. Luokkaan kuuluvien käpyjen lukumäärä näytteessä	5	5	10	20	50	10	100
2. Luokkaan kuuluvien käpyjen suhteellinen osuus näytteessä	0,05	0,05	0,1	0,2	0,5	0,1	1,00
3. Käpyyn jäävä siemenmäärä luokassa	100 %	85 %	50 %	25 %	15 %	5 %	
4. 2 × 3	5,00 %	4,30 %	5,00 %	5,00 %	7,50 %	0,50 %	27,3 %

Taulukko 6. Kuumauunimenetelmään perustuva siemensaannon laskentaesimerkki sadan verkkopussissa olleen kävyn perusteella (Lestander ym. 1985).

	Siemenmäärä normaalikaristuksen jälkeen	Siemenmäärä uudelleenkaristuksen jälkeen	Yhteensä
Massa	10,21 g	2,46 g	12,67 g
Suhteellinen osuus	80,6 %	19,4 %	100 %
Lukumäärä	2045 kpl	508 kpl	2553 kpl
Suhteellinen osuus	80,1 %	19,9 %	100 %

5.3.3 Uudelleenkaristus

Männyn käpyihin jää yleensä 5–25 % siemenistä karistuksen jälkeen keruuajankohdasta, käpyjen koosta ja kosteudesta riippuen (kuva 25). Suurin osa tästä siemenmäärästä saadaan talteen karistamalla kävyt kahteen tai kolmeen kertaan. Mitä pienempiä kävyt ovat, sitä suurempi hyöty uudelleenkaristuksesta on. Toisessa karistuksessa saatava siemen vastaa laadultaan ensimmäisessä karistuksessa saatavaa siementä, ainoastaan tyhjien siemenien osuus on hieman suurempi.

Uudelleenkaristuksessa kävyt kastellaan ensimmäisen karistuksen jälkeen läpikotaisin upottamalla ne veteen tai suihkuttamalla niiden päälle vettä letkulla tai kiinteillä suuttimilla. Suihkuttaminen kannattaa toistaa useita kertoja, jotta kävyille jää aikaa imeä vettä itseensä ja sulkeutua kunnolla. Kastelun aikana lämmitys ei saa olla päällä, etteivät siemenet vahingoitu. Ylimääräisen veden valuttua pois kävyt kuivataan uudelleen, jolloin ne aukeavat täydellisemmin kuin ensimmäisessä karistuksessa. Koska kastellut kävyt luovuttavat alussa runsaasti vettä, tulee lämpötilaa nostaa hitaasti.

Kastelua edeltävää ensimmäistä kuivausta ei tarvitse välttämättä viedä loppuun asti, vaan se voidaan tehdä valmistavana toimenpiteenä toiselle kuivaukselle. Kastelu voidaan yleensä aloittaa jo 7–10 tunnin kuivauksen jälkeen, jolloin kävyt ovat osittain auenneet ja kostuvat helposti (Rosvall 1995). Toisessa kuivauksessa käpyjä pidetään uunissa pidempään. Mikäli kävyt ovat toisenkin kuivauksen jälkeen vielä osittain kiinni, voidaan kastelu toistaa. Siementen laadun kannalta olisi eduksi, jos irronneet siemenet saadaan pois ennen kastelua ja uutta kuivausta.

Suoraan keruukohteelta tulevien käpyjen kastelu ennen ensimmäistä varsinaista kuivausta ei yleensä paranna niiden aukeamista. Mikäli kävyt ovat jo esikuivauksessa kuivuneet liikaa, voi kastelu olla hyödyksi.

Käpyjen hidas ja epätäydellinen aukeaminen karistuksessa voi myös johtua liian aikaisesta keruuajankohdasta. Tällaisessa tilanteessa uudelleenkaristukseen tulee suhtautua varauksella, koska se rasittaa vajaasti kehittyneitä siemeniä.

5.4 Siementen puhdistus

Suurin osa siementen mekaanisista vaurioista syntyi aikaisemmin lenninsiipien mekaanisessa poistossa. Vedellä tapahtuvan lenninsiipien poiston myötä vaurioiden määrä on vähentynyt. Puhdistus- ja lajittelulinjassa siemenet ovat kuitenkin kosketuksissa erilaisten metallisten pintojen, kulmien ja välien kanssa, jotka voivat vaurioittaa siemeniä, mikäli laitteiden säädöt eivät ole kohdallaan. Prosessin eri vaiheissa siemeniä liikutetaan usein myös puhallusilman avulla. Tois-
taiseksi on vielä epäselvää, aiheuttaako puhallusilman käyttö siemenille niin kovan vauhdin ja vauhdin pysähtymisestä aiheutuvan iskun, että se vaikuttaa itävyyteen. Mekaanisten vaurioiden syntymistä siementen puhdistuksessa voi tarkkailla ja ehkäistä kuvaamalla siemeniä röntgenillä säännöllisesti eri vaiheiden jälkeen.

5.5 Hygienia karistamalla

Kävyin pinnalla ja siemenen kuoreissa olevat homeet voivat levitä karistuksen ja siementen puhdistuksen aikana siemenerästä toiseen. Etenkin työvaiheet, joissa käytetään vettä, ovat otollisia homeen leviämislle. Laitteiston säännöllisellä puhdistuksella ja desinfioinnilla vähennetään home-tartunnan riskiä. Puhdistuksessa voi käyttää joko imuria tai paineilmaa ja desinfioinnissa denaturoitua etanolia. Desinfiointi on helppoa tehdä sumuttamalla vähintään 70 % vahvuista etanolia suihkepullosta irtoliasta puhdistetulle pinnalle, josta sen annetaan haihtua itsestään tai kuivataan pinta puhtaalla paperipyyhkeellä. Vaihtoehtoisesti pinnan voi pyyhkiä etanolilla kostutetulla paperipyyhkeellä. Etanoli on myös erinomainen pihkan ja muun lian irrottaja.

Etanolipohjaisia puhdistusaineita (esimerkiksi Desinfektol) saa apteekista ilman reseptiä. Heikosti denaturoidut valmisteet, joiden etanolipitoisuus on korkea (esimerkiksi ETAX) vaativat käyttölupuan Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valviralta. Korkean etanolipitoisuutensa takia ne ovat tulenarkoja, joten niiden käytössä ja varastoinnissa on oltava huolellinen. Tiettyjen desinfiointivalmisteiden (esimerkiksi EXITOL 20P) pH on niin alhainen, että ne vahingoittavat toistuvasti käytettynä sinkkiä, kuparia ja messinkiä.

Koko karistus- ja siementen puhdistuslinjasto sekä karistamalla käytettävät välineet ja mittalaitteet on syytä puhdistaa ja desinfioida perusteellisesti vähintään kerran vuodessa, mielellään useammin. Tehtyjen toimenpiteiden kirjaaminen auttaa ylläpitämään hyvää hygieniaa (kuva 26).

Karistuslinjassa on niin paljon erilaisia käpyihin ja siemeniin kosketuksissa olevia pintoja, että niiden kaikkien desinfiointi etanolilla on työlästä ja aikaa vievää. Etanolin sijaan desinfiointi voidaan tehdä myös ultraviolettilampuilla, jotka asennetaan karistuslinjassa sopiviin paikkoihin ja jotka jätetään esimerkiksi yön ajaksi päälle. UV-säteily vahingoittaa ihoa ja silmiä, joten UV-lamppuja ei saa pitää päällä kun tilassa työskennellään. UV-säteily ei läpäise kuitenkaan lasia eikä likakerrosta. Likaa ei myöskään voi desinfioida, joten pinnat on kuitenkin puhdistettava ennen desinfiointia.

Uudelleenkäytettävät siementen varastointiastiat on myös pestävä ja desinfioidava esimerkiksi kuumalla vedellä (+80 °C) ennen täyttöä. Pesun jälkeen astioiden on annettava kuivua sisäpuolelta ennen uutta siemenerää, ettei homeitiöille jää itämiseen tarvittavaa kosteutta. Hygienian kannalta turvallisempi vaihtoehto on käyttää kertakäyttöastioita siementen varastoinnissa. Eräät kertakäyttöastioiden toimittajat ottavat myös vastaan käytettyjä astioita tietyn ajan sisällä toimuksesta.

5.6 Palaute

Siementuottajan tavoitteena on tuottaa mahdollisimman hyvin itävää siementä kustannustehokkaasti ja kilpailukykyisesti. Tuotteen eli myytävän siemenen ”valmistukseen” osallistuu useita henkilöitä ketjun eri vaiheissa keruun suunnittelusta aina idätyspöydälle asti. Jokainen tähän ketjuun osallistuva henkilö voi omalta osaltaan vaikuttaa lopputulokseen eli siemenen itävyyteen. Tämän takia on tärkeää, että kaikki asianomaiset pystyvät seuraamaan koko prosessin onnistumista eli saavat siitä palautteen. Ei välttämättä riitä, että itävyystulokset voi käydä halutessaan katsomassa tietokannasta.

Karistamalla palautteen antaminen voidaan toteuttaa kirjoittamalla karistuserien itävyydet puula-jeittain liitutaulelle tms. ajallisessa järjestyksessä koko talvelta sitä mukaa kun siemenlaboratorio saa testejä valmiiksi (kuva 27). Taulu laitetaan paikalle, jossa se on päivittäin työntekijöiden näkyvissä. Näkyvillä olevat tulokset erien itävyyksistä voivat myös auttaa kun haetaan syitä mahdollisiin poikkeamiin.

Karistuslaitteiston huolto- ja seuranta-pöytäkirja

Karistamo: Haapastensyrjä

1 = Puhdistus harjalla, imurilla tai paineilmalla
 2 = Desinfiointi (denaturoitu etanoli)

	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Käpyjen esipuhdistin	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käpyjen kuivausuuni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kuivauslämpötila (°C)	<u>40</u>		_____		_____		_____		_____		_____		_____	
Kuivausaika (tuntia)	<u>36</u>		_____		_____		_____		_____		_____		_____	
Siementen esipuhdistin	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenninsiipien poisto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siementen kuivauslaatikot	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siementen lajittelija	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pakkaussuppilo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokerokaira	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jakolaite	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huomioita (erillinen dokumentti)	<u>Ei</u>		_____		_____		_____		_____		_____		_____	
Päivämäärä	<u>24.7.</u>		_____		_____		_____		_____		_____		_____	
Työntekijä (nimikirjaimet)	<u>PH</u>		_____		_____		_____		_____		_____		_____	

Kuva 26. Esimerkki karistamalla käytettävästä pöytäkirjasta puhdistustoimenpiteiden kirjaamiseen.

Karistuserä (nro / nimi)	Saapunut	Karistettu	Itävyys
1 Suokanta I	2.10.	16.10.	96 %
2 Palvaanjärvi	12.10	30.10.	96 %
3 Lentämä	2.11.	13.11.	97 %
4 Lepistö	20.11.	4.12.	80 %
5 Jörkki I	7.12.	18.12.	97 %
6 Höllilä	14.12.	28.12.	96 %
7 Ahvenlampi	11.1.	22.1.	96 %
8 Suokanta II	25.1.	29.1.	75 %
9 Jörkki II	1.2.	5.2.	77 %
10			
11			
12			
13			
14			

Kuva 27. Karistamon "ansioluettelo" Luettelosta nähdään poikkeamat muista karistuseristä (Lepistö) sekä itävyyden ajallinen muutos (Jörkki I vs. Jörkki II).

6 Siementen varastointi

6.1 Varastointikestävyys

Siementen säilyminen varastossa itämiskykyisenä riippuu 1) siemenen tuleentumisasteesta eli kypsyydestä, 2) siemenen kosteudesta, 3) varastointilämpötilasta ja 4) hygieniasta sekä mahdollisista kuorivaurioista. Optimoimalla edellä mainitut tekijät siemen saadaan pysymään varastossa itämiskykyisenä useita vuosia.

6.1.1 Tuleentuminen

Siemenen tuleentumisastetta on perinteisesti arvioitu joko halkaisemalla siemen tai kuvaamalla se röntgenillä. Molemmissa menetelmissä arvio tuleentumisesta perustuu alkion ja siemenvalkuaisen kokoon (ns. anatominen tuleentuminen). Anatominen tuleentuminen päättyy Etelä-Suomessa yleensä syyskuun ensimmäisten viikkojen aikana. Siemenkuoren hapen ja veden läpäisevyyteen ja sitä kautta varastointikestävyyteen vaikuttavien siementen pintarakenteiden kehittyminen jatkuu kuitenkin useita viikkoja tämän jälkeen (kohta 4.1). Tuleentumisen osalta siementen varastointikestävyys voidaan optimoida aloittamalla käpyjen keruu vasta lokakuun lopussa.

Varastoinnin aiheuttamaa riskiä siementen laadulle voidaan pienentää ajoittamalla siementen myynti- ja varastointiaika keruun mukaan: mitä aiemmin kasvukauden aikana siemenerä on kerätty, sitä nopeammin se pyritään käyttämään. Tällöin pitkiin varastointeihin jäävät myöhemmin kerätyt ja paremmin tuleentuneet erät.

6.1.2 Siemenen kosteus

Siemenen elintoiminnot hidastuvat siemenen kosteuden ja varastointilämpötilan laskiessa. Mitä hitaammat elintoiminnot ovat, sitä kauemmin siemen säilyy itämiskykyisenä. Optimaalinen varastokosteus siemenille on 5...6 %. Varastointikosteuden luotettava ja tarkka säätäminen edellyttää kosteusmittarin säännöllistä kalibrointia (kohta 7.2).

Varastokuivat siemenet imevät herkästi vettä itseensä ja asettuvat vähitellen tasapainokosteuteen ympäröivän ilman kanssa (Nygren 2003). Siemenvarastoissa ilman suhteellinen kosteus on yleensä melko korkea. Siemenen kosteus voi nousta varastoinnin aikana, mikäli pakkausmateriaalin kaasunläpäisevyys on liian suuri, pakkauksessa on reikä, pakkausta joudutaan avaamaan usein tai sen korkki on huonosti kiinni.

Pakkauksen kaasunläpäisevyyteen vaikuttaa sekä materiaali, että sen paksuus. Parhaita materiaaleja (alhaisin kaasunläpäisevyys) ovat metalli ja lasi. Niistä valmistetut pakkaukset ovat kuitenkin painavia ja hankalia käsitellä. Paksusta matalapainepolyeteenistä (HDPE) valmistetut muoviastiat ovat yleensä riittävän hyviä siementen varastointiin. Minigrip-pussit (LDPE) eivät sovellu edes lyhytaikaiseen varastointiin, sillä ne läpäisevät helposti sekä happea että vesihöyryä. Pakkausten valmistajilta kannattaa pyytää tietoja materiaalin kaasunläpäisevyydestä (vesihöyry, happi ja hiilidioksidi) ennen niiden hankintaa.

Hyvästäkään pakkausmateriaalista ei kuitenkaan ole apua mikäli siinä on reikä tai pakkauksen korkki vuotaa. Vuotokohtien kautta tapahtuva vesihöyryn massavirtaus on monikertaisesti no-

peampaa kuin vesihöyryn diffuusio suoraan materiaalin läpi. Suurimman riskin massavirtauksesta aiheuttaa siemenpakkauksen korkki. Korkki voi olla eri materiaalia kuin itse pakkaus, jolloin muovien erilainen lämpökutistuminen aiheuttaa korkin löystymisen ja vuodon. Siemenpakkauksen korkit kannattaa käydä kiristämässä, kun ne ovat ehtineet jäähtyä varastoon viennin jälkeen (esimerkiksi seuraavana päivänä). Korkin kiristämisessä ja avaamisessa voi käyttää apuna myös tarkoitukseen suunniteltua työkalua (kuva 28). Mikäli samoja pakkauksia käytetään pitkään, voi korkin kumitiiviste haurastua ja ajan myötä aiheuttaa vuodon. Jos pakkauksia joudutaan avaamaan kesken varastoinnin, kannattaa se tehdä ensisijaisesti varaston sisällä. Toinen vaihtoehto on tuoda pakkaus ulos varastosta ja odottaa, että pakkauksen lämpötila tasaantuu ympäröivän ilman kanssa ennen avaamista. Isoilla pakkauksilla tähän menee kuitenkin kauan aikaa. Siemenpakkauksen tiivyyden voi testata laittamalla pieni määrä silicageeliä tyhjään pakkaukseen, sulkemalla korkki huolellisesti ja viemällä varastoon (kohta 6.2.1). Mikäli silicageeli muuttaa nopeasti väriä, pakkaus vuotaa.

6.1.3 Varastointilämpötila

Mitä alhaisempi varastointilämpötila, sitä kauemmin siemenet säilyvät varastossa ilman laadun merkittävää heikkenemistä. Pitkässä varastoinnissa (> 5 vuotta) sopiva lämpötila on -18 °C, lyhyemmässä riittää yleensä 0...-5 °C. Optimaaliseen varastokosteuteen kuivatut siemenet kestävät helposti alhaisia lämpötiloja; jäätymisvaurioita syntyy vasta kun siementen vesipitoisuus ylittää 14 % (Nygren 2003). Varastointilämpötila ja siemenen kosteus kompensoivat toisiaan tietyissä rajoissa. On kuitenkin helpompaa ja halvempaa kuivattaa siemenet riittävästi ja myös pitää ne kuivina (kohta 6.1.2), kuin tavoitella hyvin alhaista varastointilämpötilaa.

6.1.4 Vauriot

Vauriot lisäävät siemenkuoren hapen- ja vedenläpäisevyyttä, mikä puolestaan johtaa laadun nopeaan heikkenemiseen etenkin epäoptimaalisissa varastointiolosuhteissa. Osa siemenen pinnalla olevista homesienistä voi olla aktiivisia alhaisissakin lämpötiloissa ja levitä kuorivaurioiden kautta siemenen sisälle ja tappaa sen. Kuorivaurioiden syntymistä voi ehkäistä kuvaamalla siemeniä röntgenillä karistus- ja puhdistusprosessin eri vaiheiden jälkeen.



Kuva 28. Muovikorkkien kiristämiseen ja avaamiseen tarkoitettu työkalu. Kuva: Raija Jalonen, Savo-Set Oy.

6.2 Varastoinnin kehitysnäkymiä

6.2.1 Aktiivinen pakkausmateriaali

Aktiivisen pakkausmateriaalin tarkoituksena on pidentää pakatun tuotteen säilyvyysaikaa, säilyttää sen käyttökelpoisuus tai parantaa sitä. Materiaalit on suunniteltu vapauttamaan tai absorboimaan aineita tuotteesta tai sitä ympäröivästä ilmasta, mikä puolestaan vaikuttaa tuotteen fysiologisiin, kemiallisiin tai fysikaalisiin prosesseihin, mikrobiologiseen tilaan tai tuholaisiin. Reagenssi, jolla saadaan aikaan tarvittava muutos pakkauksen ilmakehässä voi olla esimerkiksi pienessä pussissa tai yhdistettynä pakkausmateriaaliin. Aktiivinen pakkaaminen on yksinkertainen menetelmä, jossa ei tarvita kalliita pakkauslaitteita ja se sopii näin ollen myös pienille yrityksille (Lyijynen ym. 1997).

Metsäpuiden siementen varastoinnissa käyttökelpoisia reagensseja ovat aineet, jotka poistavat pakkauksen sisäilmasta esimerkiksi kosteutta tai happea. Tämän seurauksena siementen elintoinninnot hidastuvat entisestään, ja ne säilyvät varastossa kauemmin. Kosteudenpoistajan käyttö voi olla perusteltua esimerkiksi taimitarhoilla, missä siemenpakkauksia joudutaan avaamaan usein kylvöjen edetessä. Kylvöistä voi jäädä jäljelle vajaita pakkauksia, joissa on paljon ilmatilaa ja paljon vettä suhteessa siemeniin. Tämä johtaa ajan myötä siementen kosteuden lisääntymiseen.

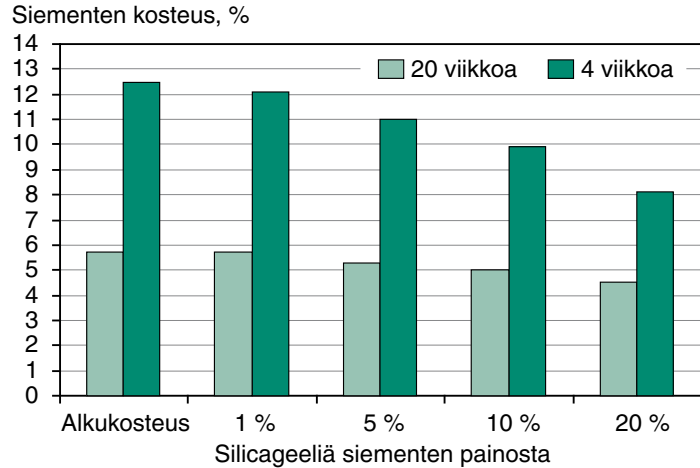
Yleisimmin käytetty kosteudenpoistaja erilaisissa myyntipakkauksissa on silicageeli eli piidioksidimineraali (SiO_2). Silicageelin kuivausteho perustuu sen suureen huokostilaan, joka sitoo vettä itseensä. Kyseessä ei siis ole kemiallinen reaktio vaan fysikaalinen ilmiö. Silicageeliä käytetään jo tällä hetkellä siemenpankkien näyteampulleissa pitämään siementen kosteus turvallisella tasolla (kuva 29). Silicageelin käytössä tulee olla huolellinen, sillä liian suuri määrä silicageeliä suhteessa siemeniin voi kuivattaa niitä liikaa (kuva 30). Sopiva määrä siemenpakkauksessa on noin 1 % siementen painosta. Silicageeli menettää ajan myötä kuivaustehonsa, jolloin sen väri muuttuu oranssista värittömäksi. Silicageeli voidaan kuitenkin käyttää uudelleen kuivaamalla sitä ensin kuumassa uunissa (130 °C), kunnes väri muuttuu takaisin oranssiksi.

Siementen kuivaamisen ja alhaisen varastointilämpötilan lisäksi siementen vanhenemista voidaan yrittää hidastaa poistamalla siemenpakkauksesta happi. Pitkäaikainen varastointi normaaliolosuhteissa altistaa siemenet hitaalle, mutta jatkuvalla hapen vaikutukselle, jonka seurauksena muodostuu hydroperoksiedeja, muita hapettuneita rasvahappoja ja vapaita happiradikaaleja. Viime mainitut käynnistävät ketjureaktion, jonka tuloksena syntyy uusia vapaita radikaaleja (Nygren 2003). Nämä ovat vahingollisia kaikille eläville soluille.

Markkinoilla on olemassa valmiita kemiallisia tai biologisia hapenpoistajia. Yksinkertaisin hapenpoistaja on pieneen happea läpäisevään pussiin pakattu rautajauhe, joka hapettuu eli ruostuu. Reaktiossa muodostuu myrkytöntä rautaoksidia ja lämpöä. Oikein mitoitettu hapenpoistaja laskee pakkauksessa olevan ilman happipitoisuuden $\leq 0,01$ % ja pitää sen jatkuvasti alhaisena. Alhainen happipitoisuus estää myös mikrobien lisääntymistä siemenpakkauksen sisällä. Hapenpoistajan käyttö siemenpakkauksessa edellyttäne, että siementen elintoinninnot ovat jo valmiiksi riittävän hitaita kuivattamisen ja alhaisen lämpötilan seurauksena. Hapettoman varastoinnin vaikutuksesta siemeniin tarvitaan kuitenkin vielä lisää tutkimustietoa.



Kuva 29. Siemenpankkiin säilöttävä näyteampulli. Keltaiset rakeet ampullin sisällä ovat silicageeliä ja valkoinen aine pumpulia. Kuva Pekka Helenius.



Kuva 30. Silicageelin eli piidioksidin määrän vaikutus varastokivaan (5,7 %) ja kosteaan (12,1 %) siemeneen 20 tai 4 viikon pituisen varastoinnin aikana. Siemenet varastoitettiin ilmatiiviissä lasipurkeissa huoneenlämmössä.

6.2.2 Älykäs pakkausmateriaali

Älykäs pakkausmateriaali on suunniteltu valvomaan pakatun tuotteen käyttökelpoisuutta tai tuotetta välittömästi ympäröivää tilaa. Älykäs pakkaus reagoi esimerkiksi tuotteen laadun tai pakkauksen ilmatilan muutoksiin, tuotteen säilytysolosuhteisiin tai pakkauksen kuntoon.

Esimerkki yleisesti käytetystä älykkästä pakkausmateriaalista on indikaattoriliuska, joka paljastaa väriä muuttamalla, mikäli lämpötila on ylittänyt tuotteen laadun säilymisen kannalta kriittisen arvon (kuva 31). Indikaattoriliuskat ovat halpoja ja niitä käytetään yleisesti elintarvikkeiden, lääkkeiden ja muiden joko liian korkealle tai liian matalle lämpötilalle herkkien tuotteiden valvonnassa. Indikaattoriliuskojen käyttöä on kokeiltu taimitarhalla lähetettävissä taimipakkauksissa valvomaan taimien välivarastointiolosuhteita.

Siemenpakkauksiin liitettävillä lämpötilaindikaattoreilla voidaan paljastaa, mikäli siemenen säilyvyyden kannalta turvalliset raja-arvot ovat ylittyneet ennen siementen käyttöä taimitarhalla tai metsäkylvössä. Indikaattoriliuskoilla saadaan helposti selville esimerkiksi siemeniin kohdistunut lämpökuorma tai mahdollinen kylmäketjun katkeaminen.



Kuva 31. Vasemmalla lämpötilan laskun alle tietyn raja-arvon paljastava indikaattori (pakkasvahti) ja oikealla lämpökertymää mittaava indikaattori (aikalämpötila). Kuva: Suomen 3M Oy.

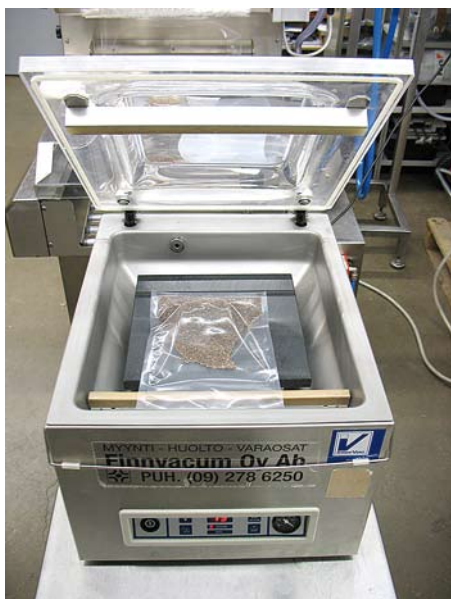
6.2.3 Tyhjiöpakkaaminen

Kilohinnaltaan metsäpuiden siemeniä huomattavasti halvempi kahvi tai erilaiset lihavalmisteen on jo pitkään tyhjiöpakattu eli pakkauksen sisältä on imetty ilma pois. Tyhjiöpakattu tuote ei altistu hapen haitalliselle vaikutukselle, eivätkä mikrobit pääse lisääntymään pakkauksen sisällä (vrt. hapenpoistaja), minkä seurauksena tuotteen säilyvyys paranee. Tyhjiöpakkaaminen säästää myös tilaa, koska pakkaukset ovat aina täynnä eikä varastoida ilmaa. Tällöin voidaan käyttää pienempiä varastotiloja, mikä puolestaan mahdollistaa alhaisemman varastointilämpötilan kohtuullisilla kustannuksilla.

Tyhjiöpakkaamisessa pakkauskääre imeytyy tiukasti pakattavan materiaalin ympärille. Mikäli pakattavassa materiaalissa on teräviä kulmia tms. voi kääre puhjeta ja pakkaus menee pilalle. Kuusen siementen tyhjiöpakkaaminen onnistuu turvallisesti jo 80 µm paksuisella päällystemateriaalilla (kuvat 32 ja 33). Tarvittaessa paksuutta voidaan lisätä aina 160 µm asti, jolloin myös sen kaasunläpäisevyys on erittäin pieni. Päällystemateriaalina tyhjiöpakkaamisessa voidaan käyttää myös valolta suojaavan alumiinikerroksen sisältävää käärettä. Alumiinikerros vahvistaa käärettä ja vähentää sen kaasunläpäisevyyttä entisestään. Tyhjiöpakkaus on luonnollisesti arka ulkopuolelta tulevalle mekaaniselle rasitukselle, joten sitä on käsiteltävä huolellisemmin kuin kovamuovista pakkausta. Toisin kuin kovamuovipakkauksissa, puhkeaminen ja tästä aiheutuva vuoto on helppo huomata, koska pakkaus menettää kovuutensa.

Tyhjiöpakkaaminen sulkee pois normaalin näytteenoton. Pakkauksen sisältä otettavat näytteet voidaan korvata niiden ulkopinnalle kiinnitettävillä pienillä tyhjiöpakatuilla näytepusseilla (kuva 34). Näytepusseja tulee olla varastointivuotia vastaava määrä ja niiden tulee olla koko siemen-erää edustavia.

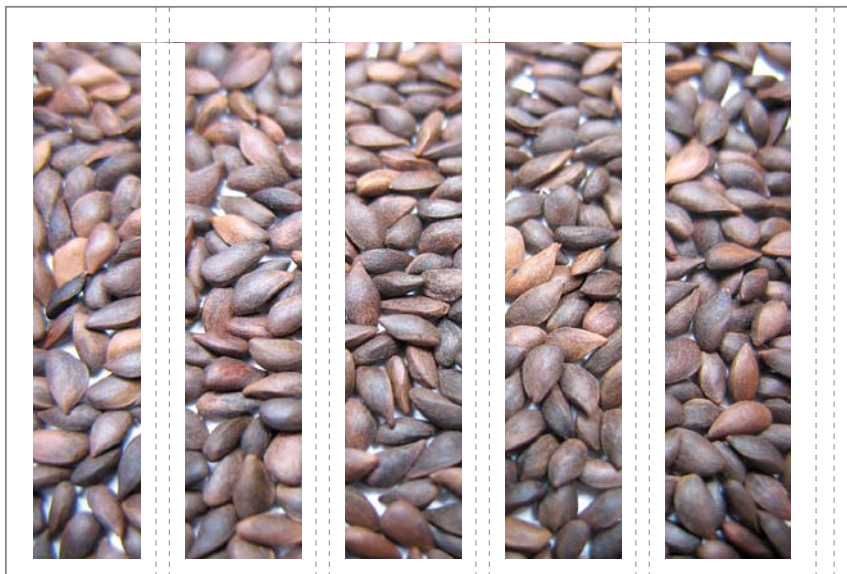
Tyhjiöpakkaamisen vaikutuksesta eläviin siemeniin niin metsäpuilla kuin muillakaan lajeilla ei ole toistaiseksi tutkimustietoa (vrt. hapenpoistaja). Keskeinen lisäselvitystä vaativa asia on tyhjiöön pakattujen siementen sopiva varastointilämpötila. Tämän hetken käsityksen mukaan varastointi on syytä tehdä mahdollisimman kylmässä (≤ -18 °C) ja huolehtia siitä, että siemenet ovat riittävän kuivia.



Kuva 32. Kuusen siementen pakkaamista vakuumikammio koneella. Tyhjiöpumppu imee kammioista ja muovipussin sisältä ilman pois, jolloin kammioon syntyy tyhjiö. Tämän jälkeen pussin suu suljetaan kuumasaumauksella ja kammioon lasketaan ilmaa. Paine-ero pussin sisätilan ja ulkoilman välillä puristaa pussin tiukasti siementen ympärille (kuva 33). Kuva: Pekka Helenius.



Kuva 33. Tyhjiöpakattuja koivun ja kuusen siemeniä. Pienempi pussi on mitoiltaan 16 x 20 cm ja suurempi 20 x 30 cm. Kuva: Pekka Helenius.



Kuva 34. Havainnekuva varsinaisen siemenpakkauksen päälle kiinnitettävästä tyhjiöpakatusta näytepakkauksesta. Siitä leikataan saksilla yksi ”viipale” kerrallaan idätystestiin.

7 Siemenerien analysointi

7.1 Menetelmien yhtenäistäminen

Suomessa toimi vuoden 2010 alussa kolme kaupallista siemenlaboratoriota; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laboratorio Oitissa, Siemen Forelia Oy:n laboratorio Rovaniemellä ja Pohjan Taimi Oy:n laboratorio Kemijärvellä. Edellisten lisäksi Metsäntutkimuslaitoksella on tutkimuslaboratorio Suonenjoella ja testauslaboratorio Haapastensyrjässä Lopella sekä Elintarviketurvallisuusvirasto Eviralla pääasiassa viranomaistehtäviin keskittyvä siemenlaboratorio Loimaalla. Omien siemenerien analysoinnin lisäksi kaupalliset laboratoriot myyvät analyysipalveluja myös ulkopuolisille toimijoille.

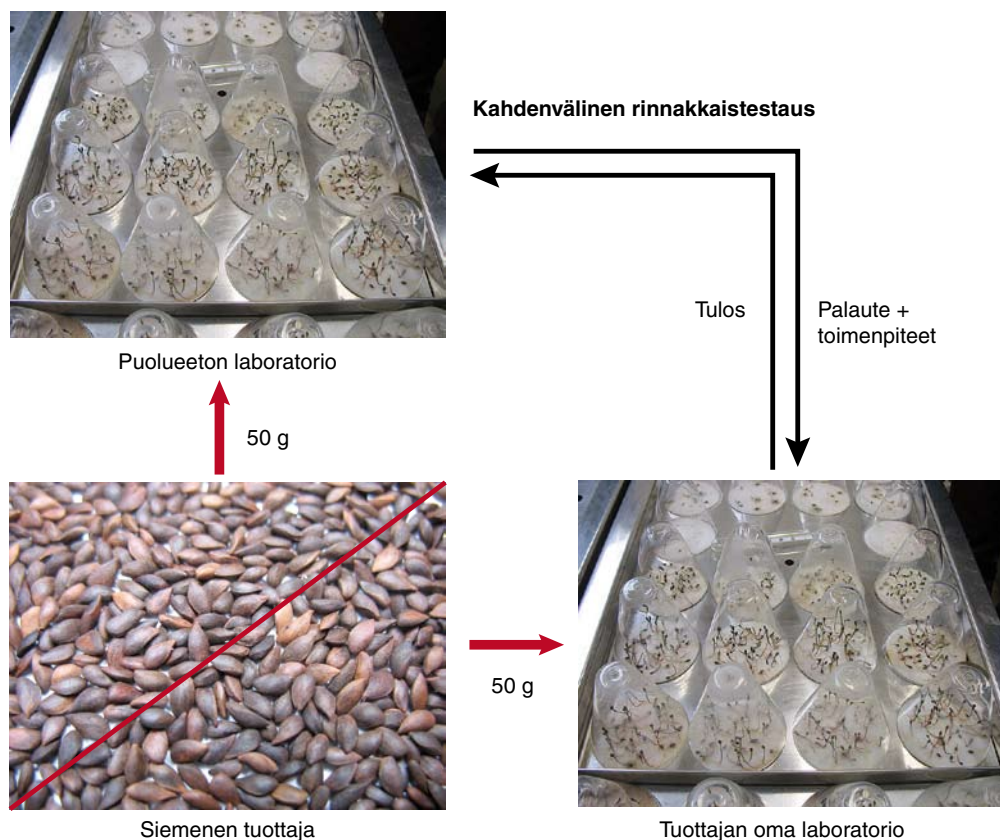
Siemenlaboratorioille tehdyn idätystestivertailun ja tähän liittyneen kyselyn perusteella idätysolosuhteissa ja luokittelukriteereissä oli vaihtelua laboratorioden välillä. Tämä heijastui laboratorioden samoille siemenerille ilmoittamiin itävyytuloksiin. Siemenkaupan tasapuolisuuden ja luotettavuuden kannalta on tärkeää, että analyysit tehdään eri laboratorioissa mahdollisimman yhdenmukaisilla menetelmillä ja yhdenmukaisissa olosuhteissa.

Vuonna 1924 perustettu ISTA eli Kansainvälinen siementestausjärjestö on koko olemassa olonsa ajan kehittänyt kasvilajikohtaisia standardimenetelmiä kansainvälisessä kaupassa liikkuvien siementen otantaan ja siemenen ominaisuuksien määrittämiseen (ml. metsäpuiden siemenet) sekä pyrkinyt edistämään näiden menetelmien käyttöön ottoa eri maissa. Menetelmät on kuvattu laajassa englanninkielisessä ohjeessa (International Rules for Seed Testing). Kotimaisista siemenlaboratorioista ainoastaan Eviran laboratorion Loimaalla on ISTA:n akkreditointi metsäpuiden siemenille. Kaupallisella puolella halukkuutta akkreditoinnin hakemiselle on vähentänyt sen kaluus.

Kotimaisille siemenlaboratorioille laadittiin ISTA:n ohjeen ja idätystestivertailuun liittyneen kyselyn tulosten pohjalta idätystestauksen yhtenäistämissuunnitelma, johon sisällytettiin keskeiset idätystulokseen vaikuttavat tekijät (liite F). Suunnitelmaan pyydettiin lausunnot sekä siemenen tuottajilta että käyttäjiltä. Sitoutuminen suunnitelmassa ehdotettuihin menetelmiin jäi toimijoiden itsensä päätettäväksi.

Yhtenäistämissuunnitelman lisäksi käynnistettiin kaupallisille siemenlaboratorioille suunnattu rinnakkaistestauspalvelu, jonka avulla laboratoriot voivat kalibroida analyysimenetelmänsä. Käytännössä testaus tapahtuu siten, että kaupallinen laboratorio valmistaa siemeneristään kaksi mahdollisimman identtistä näytettä, analysoi toisen osan itse ja lähettää toisen osan analysoitavaksi puolueettomaan laboratorioon. Testin jälkeen puolueeton laboratorio antaa palautteen vertailun tuloksista (kuva 35, liite E). Mikäli tulokset eivät ole yhtenäiset, voidaan ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin. Puolueettomana laboratorioina rinnakkaistestauksessa toimii Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran laboratorio Loimaalla.

Rinnakkaistestaus on tarkoitus toteuttaa tietyin väliajoin myös kaikille yhteisenä. Tällöin puolueeton laboratorio valmistaa näytteet ja lähettää ne samanaikaisesti analysoitaviksi kaupallisiin laboratorioihin. Luottamuksen ja tasapuolisen kilpailuaseman säilyttämiseksi testin tulokset esitellään joko anonymisti tai pelkästään kahdenvälisesti.



Kuva 35. Esimerkki siemennäytteiden kahdenvälisestä rinnakkaistestauksesta.

7.2 Kosteusmittaus

Vaikka siemenen kosteus ei kuulu lakisääteisesti ilmoitettaviin siemenerän ominaisuuksiin, se on kuitenkin yksi keskeisimmistä siementen säilyvyyteen ja laatuun vaikuttavista tekijöistä. Tarkan ja täsmällisen kosteusmittauksen merkitystä siemenhuollossa ei voi korostaa liikaa.

Siementen kosteus voidaan mitata helposti ja nopeasti pikamittarilla. Siemenlaboratorioissa ja karistamoilla käytettävät pikamittarit ovat yleensä termogravimetrisiä (= lämmitysyksiköllä varustettu vaaka) tai kapasitanssiin / konduktiviteettiin perustuvia mittareja (kuva 36). Toimintaperiaatteesta riippumatta mittauksen tarkkuus ja täsmällisyys edellyttävät mittarin säännöllistä kalibrointia ja mittausrutiinin toistamista jokaisella mittauskerralla mahdollisimman yhdenmukaisesti.

Termogravimetrinen mittarin toiminta perustuu nimensä mukaisesti näytteen kuumentamiseen ja samanaikaiseen painon seurantaan. Kuumennuksessa käytetään joko infrapuna- tai halogeenilamppua, joiden tuottama infrapunasäteily tunkeutuu siementen sisään ja haihduttaa niistä vettä. Kun näytteen paino ei enää muutu, mittari tulkitsee kaiken veden haihtuneeksi, lopettaa kuumentamisen ja laskee näytteen kosteuden alku- ja loppupainon perusteella. Mittaus kestää asetuksista, näytemäärästä ja näytteen kosteudesta riippuen 5...20 minuuttia. Näytemääräksi riittää yleensä 3...5 grammaa siementä. Näytteen on oltava jokaisella mittauskerralla samansuuruinen kulloinkin mittariin valituilla asetuksilla (kuva 38). Jos näytemäärää muutetaan, on myös mittari kalibroitava uudelleen.

Kapasitanssiin tai konduktiviteettiin perustuva mittari mittaa näytteen sähkönjohtavuutta tai vauruskykyä. Nämä ominaisuudet muuttuvat näytteen vesipitoisuuden funktiona. Mittaus kestää vain muutamia sekunteja, mutta tarvittava näytemäärä on yli 100 g.



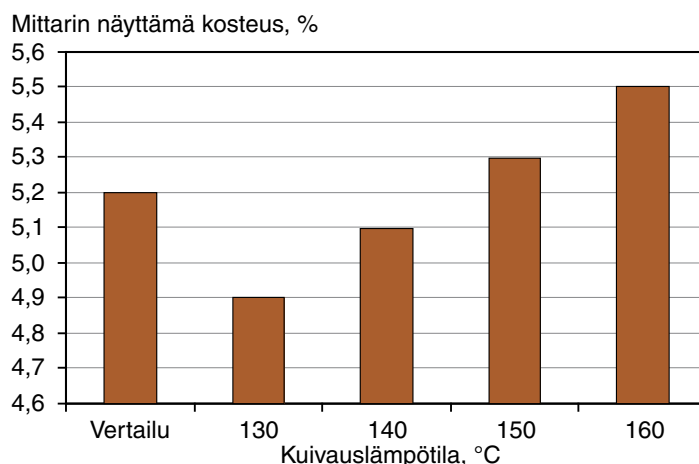
Kuva 36. Vasemmalla termogravimetrinen halogeenilampulla varustettu kosteusmittari ja siihen kytketty tulostin. Oikealla kapasitanssiin perustuva kosteusmittari. Tarvittava näytemäärä ensin mainitussa on vain 3...5 g, mutta jälkimmäisessä yli 100 g. Kuvat: Pekka Helenius.

Hankkeen alussa kaikille laboratorioille ja karistamoille lähetettiin ennakolta tiettyyn kosteuteen säädetyt siemennäytteet ilmatiiviissä pakkauksessa ja pyydettiin toimijoita mittaamaan näytteen kosteus omalla mittarillaan ja raporttoimaan tulos sekä mittareissa käytetyt asetukset. Tulosten vaihteluväli oli termogravimetrisillä mittareilla 6,3...7,3 % (5 mittaria) ja kapasitanssiin perustuvilla mittareilla 7,5...7,9 % (2 mittaria). Referenssimenetelmänä käytetyllä uunimittauksella (liite D) saatu vertailutulos oli 5,8 %. Kaikki mittarit arvioivat siis näytteen todellisuutta kostemmaksi.

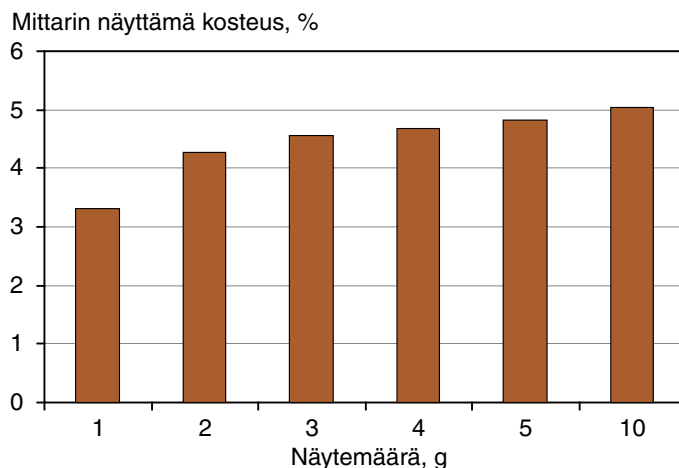
Erot mittaustuloksissa etenkin termogravimetristen mittareiden välillä selittyvät pitkälti erilaisilla asetuksilla ja näytemäärillä. Keskeisimmät tulokseen vaikuttavat mittaasetukset ovat 1) kuumennuslämpötila, 2) kuumennuslämpötilan nostonopeus ja 3) näytteen painon muutosnopeus, jonka alittuessa laite lopettaa kuumennuksen. Esimerkiksi liian korkean kuumennuslämpötilan käyttö voi haihduttaa näytteestä muitakin yhdisteitä kuin vettä, tai aiheuttaa näytteen palamista, jolloin näytteen kosteudesta saadaan yliarvio (kuva 37).

Termogravisten mittareiden maahantuojilla ei ollut valmiiksi määriteltyjä mittaasetuksia metsäpuiden siemenille. Maahantuojien toimesta tehtävät vuositarkastukset ja -kalibroinnit koskevat vain laitteen vaakaa ja kuumennuslämpötilaa, ei mittarin ilmoittamaa kosteuslukemaa. Tämän takia mittareille haettiin sopivat asetukset metsäpuiden siementen kosteusmittaukseen yhteistyössä maahantuojien kanssa. Vertailutasona kalibroinnissa käytettiin uunimenetelmän (liite D) antamaa kosteustulosta.

Termogravisen mittarin kalibrointi on helpointa tehdä muuttamalla kuumennuslämpötilaa. Mikäli mittari näyttää siemenille liian korkeaa kosteuslukemaa verrattuna uunimittaustulokseen, kuumennuslämpötilaa lasketaan, ja mikäli liian alhaista kosteuslukemaa, kuumennuslämpötilaa nostetaan (kuva 37). Mikäli tämä ei riitä, muutetaan näytteen painon muutosnopeuskynnystä, jonka alittuessa mittari lopettaa kuumennuksen (kuva 39). Kynnysarvon vaikutus tulokseen perustuu siihen, että mittauksen alussa näytteen paino pienenee nopeasti, mutta hidastuu myöhemmin. Mitä kauemmin mittarin antaa mitata, sitä suuremmaksi se ilmoittaa kosteuden.



Kuva 37. Kuivauslämpötilan vaikutus halogeenimittarin antamaan tulokseen. Lämpötilan nostonopeus oli vakio ja kuumennus ohjelmoitu päättymään, kun painon muutos hidastui alle 1 mg / 20 s.



Kuva 38. Näyttemäärän vaikutus halogeenimittarin antamaan kosteustulokseen. Kuumennuslämpötila oli 150 °C, lämpötilan nostonopeus vakio ja kuumennus oli ohjelmoitu päättymään, kun painon muutos hidastui alle 1 mg / 20 s (kynnysarvo).

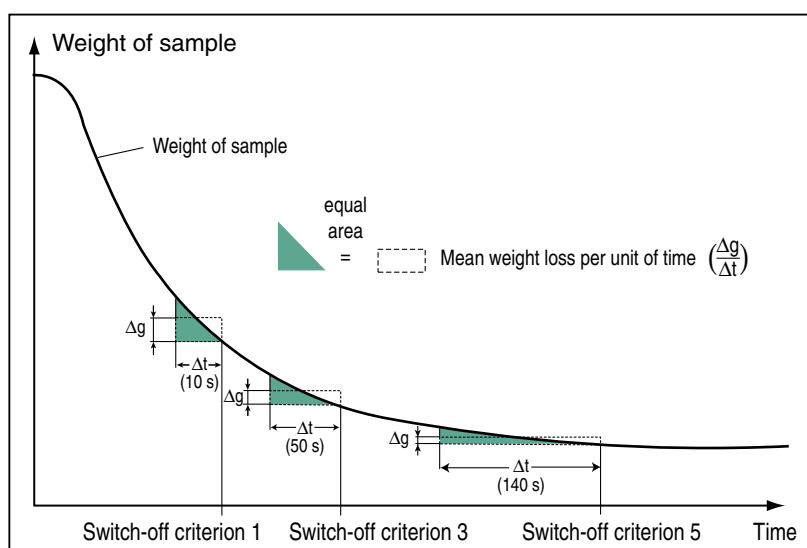
Termogravimetristen pikamittareiden hinta vaihtelee 2000...5000 € välillä vuonna 2010. Niitä valmistaa ja tuo maahan ainakin alla olevat yritykset:

Mettler Toledo International Inc.
 (Oy G.W.Berg & Co Ab)

Presica Gravimetrics AG
 (Oy Teo-Pal Ab)

Kern & Sohn GmbH
 (VKT-tuotanto)

Kapasitanssiin tai konduktiviteettiin perustuvissa mittareissa ei ollut mahdollista muuttaa mitausasetuksia laitteiden kalibroimiseksi. Tuloksissa on näin ollen otettava huomioon poikkeama uunimenetelmän antamasta tuloksesta.



Kuva 39. Näytteen painon muutosnopeuden kynnysarvon (Switch-off criterion) vaikutus mittaukseen. Vaaka-akselilla mittausaika ja pystyakselilla näytteen paino. Kuva: Mettler-Toledo Inc.

7.3 Otanta ja näytteenotto

Otannan tavoitteena on saada siemenerästä näyte, jossa on idätystestiin ja muihin analyyseihin tarvittava määrä siementä ja jossa eri osatekijöiden (puhdas siemen, roskat jne.) esiintymistodennäköisyys on sama kuin koko siemenerässä. Idätystestissä ja muissa analyyseissä saatavan tuloksen luotettavuus riippuu pääasiassa kahdesta tekijästä: 1) näytteen edustavuudesta eli otannasta ja 2) itse testistä (näytteiden valmistus, olosuhteet, testaja jne.). Useimmissa tapauksissa testien luotettavuutta heikentää enemmän otannan epätarkkuus kuin varsinaisen testin epätarkkuus (M. Kruse, Hohenheimin yliopisto, suull.).

Näytteenotto on ”välineurheilua” ts. edustavan näytteen saaminen siemenerästä onnistuu yleensä vain tarkoitukseen suunnitelluilla, oikeanlaisilla apuvälineillä.

7.3.1 Lokerokaira

Siemenpakkauksesta saa otettua edustavan näytteen helpoimmin oikean tyyppisellä lokero-kairalla (kuvat 40 ja 41). Kaira koostuu kahdesta sisäkkäisestä putkesta, joissa on aukot samoilla kohdilla. Sisempää putkea kääntämällä aukot saadaan avuttua ja suljettua. Kairan on oltava niin pitkä, että se ylittää varmasti siemenpakkauksen pohjaan asti. Jos ja kun näyte otetaan pakkauksesta yleensä pystyasennossa, tulee sisäputken aukkojen välissä olla myös seinämät, jolloin jokaisen aukon kohdalle muodostuu erillinen lokero. Tämä varmistaa sen, ettei pakkauksen yläosasta valu näytettä otettaessa siementä kairan pohjalle, vaan näytettä saadaan varmasti yhtä paljon pakkauksen eri kerroksista. Tämä on tärkeää sen takia, että pakkausta käsiteltäessä painavimmat siemenet painuvat ajan myötä pakkauksen pohjalle ja kevyemmät nousevat pinnalle. Lokeron aukon leveyden tulee olla vähintään kaksi kertaa siemenen maksimiläpimitta (Kruse ym. 2004). Männyllä ja kuusella tämä tarkoittaa käytännössä vähintään 10 mm (kuva 41). Lokeron pituus voi olla huomattavasti suurempi. Näytteenotossa lokero-kairan kaikkien lokeroiden sisältö muodostaa yhden osanäytteen. Kairassa ei saa olla muoviosia, jotka joutuvat kosketuksiin siementen kanssa, koska staattinen sähkö voi valikoida näytteeseen kevyempiä siemeniä. Ulko- ja sisäputken välyksen tulee olla mahdollisimman pieni, ettei putkien väliin pääse roskia. Kairat valmistetaan yleensä ruostumattomasta teräksestä, eloksoidusta alumiinista tai messingistä.

Lokerokairan käytössä on erityisesti huomioitava siementen vahingoittumisriski, kun kairaa työnnetään siemenastiaan. Etenkin täysinäisessä astiassa olevat jäiset siemenet voivat vaurioitua näytteenotossa. Lokerokairan käyttö on kuvattu liitteessä B.



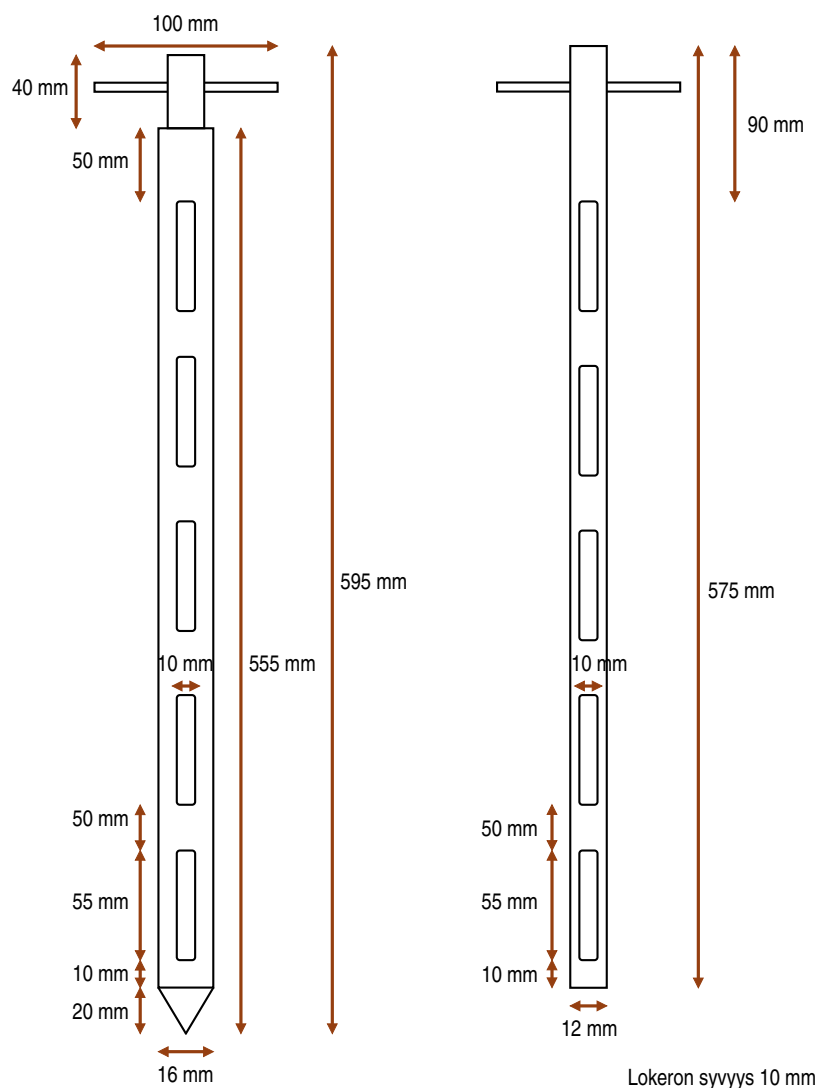
Kuva 40. Alumiinista valmistettu väliseinäallinen lokero-kaira näytteenottoon. Kuva: Pekka Helenius.

Lokerokairoja voi tilata ainakin alla olevilta valmistajilta. Osa valmistajista räätälöi tarvittaessa näytteenottokairan asiakkaan antamien mittojen mukaan. Lokerokairan voi myös teettää vaikka paikallisella metallikoneistamolla oheisten piirustusten mukaan (kuva 41). Kairan kiinnileikkautumisriskiä voi pienentää käyttämällä ulko- ja sisäputkessa eri materiaaleja (esimerkiksi messinki / alumiini).

Buerkle GmbH
<http://www.buerkle.de/en/home.html>

Seedburo Equipment Co.
<http://www.seedburo.com/default.htm>

Pneumac Hadleigh Ltd.
<http://www.pneumac.co.uk/index.htm>



Kuva. 41. Mitat metsäpuiden siementen näytteenottoon soveltuvaan lokerokairaan. Vasemmalla kaira sisä- ja ulkoputki yhdistettynä, oikealla sisäputki irrotettuna. Noin 60 cm:n pituus riittää useimmille siemenpakkausille.

7.3.2 Pelikaanipussi

Ennen siemenerien kunnostuskäsittelyjä (kohta 8) tehdään yleensä koekäsittely 2–6 kg ennakkonäytteellä. Näin suuren näytteen ottaminen lokerokairalla on erittäin hidasta ja se voi vaurioittaa siemeniä. Helpompi ja nopeampi tapa on ottaa näyte pelikaanipussilla. Pelikaanipussi on helppo rakentaa metallista, puusta, kankaasta tms. (kuva 42).

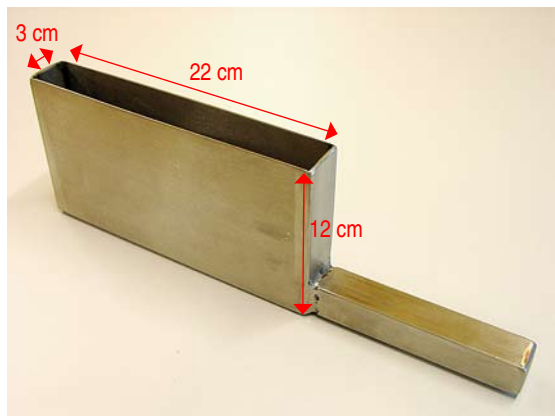
Näytteenotossa siemenpakkauksesta kaadetaan siemeniä tasaisena virtana esimerkiksi saaviin. Pelikaanipussi viedään rauhallisesti ja tasaisella vauhdilla siemenvirran läpi siten, että pussin suuosa on kohtisuorassa siemenvirtaan ja lopuksi pussi tyhjennetään sopivaan astiaan. Tyhjennyssastian voi laittaa vaa'an päälle, jolloin nähdään suoraan osanäytteiden paino. Näytteenotto toistetaan kunnes tarvittava määrä siementä on koossa. Jäljelle jääneet siemenet kaadetaan saavista takaisin siemenpakkaukseen. Pelikaanipussin on oltava niin pitkä, että sillä saa näytteen koko siemenvirran leveydeltä, ja niin syvä, etteivät siemenet kimpoa sieltä ulos. Myös pelikaanipussilla tehtävässä näytteenotossa on tärkeää huolehtia, että osanäytteitä tulee edustavasti eri pakkauksista ja pakkauksen eri syvyyksiltä.

Kun siemeniä kaadetaan näytteenotossa siemenastiasta saaviin ja saavista takaisin siemenastiaan, ne voivat kostua olosuhteista riippuen altistuessaan ympäröivälle ilmalle. Siementen kosteus on hyvä tarkistaa näytteenoton jälkeen ja tarvittaessa kuivata siemenet takaisin turvalliseen varastokosteuteen (5...6 %). Pelikaanipussin etuna lokerokairaan verrattuna on siementen pienempi vaurioitumisriski.

7.3.3 Näytteenotto käsin

Koivulla ja muilla paakkuuntuvilla ja heikosti valuvilla lajeilla näytettä ei voida ottaa lokerokairalla, vaan se on otettava käsin. Näyte on syytä ottaa käsin myös silloin kun siemenet ovat herkkiä mekaanisille vaurioille. Kädet on pestävä aina ennen näytteenottoon ryhtymistä. Näytteenotossa käsi työnnetään sormet suorina ja yhdessä siemenpakkaukseen ja kourallisia otettaessa sormet pidetään tiiviisti yhdessä myös ulosvedon aikana (Nygren 2003). Mikäli näytteenotto ei onnistu kunnolla siemenpakkauksen koon, muodon tai korkin pienuuden takia, siemenet voidaan kaataa näytteenottoa varten sopivaan astiaan ja siirtää ne näytteenoton jälkeen takaisin alkuperäiseen

pakkaukseen. Pienet siemenerät voidaan kaataa pöydälle ja ottaa niistä näyte suoraan puolitusmenetelmällä (liite E).



Kuva 42. Pelikaanipussi, jonka "pussi" on valmistettu kankaan sijasta ruostumattomasta teräksestä. Kuva: Pekka Helenius.

7.3.4 Yleisjakolaite

Lokerokairalla tai pelikaanipussilla siemenpakkauksista kerätty kokoomanäyte on usein suurempi kuin idätystestissä ja muissa analyyseissä tarvittava siemenmäärä (männyllä ja kuusella 40 g, koivuilla 10 g), minkä takia kokoomanäytettä on pienennettävä. Pienennys on tehtävä huolellisesti, jotta siitä syntyvä eränäyte vastaa ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyvin kokoomanäytettä ja näin ollen



Kuva 43. 18-kanavainen siementen yleisjakolaite (9 kanavaa molempiin alla oleviin astioihin). Jakolaite puolittaa näytteen kahteen yhtä suureen ja ominaisuuksiltaan samanlaiseen osaan. Toisen puolen puolittamista jatketaan kunnes näyte on sopivan suuruinen (~40 g). Ennen puolittamista kokoomanäyte sekoitetaan hyvin laskemalla se pari kertaa jakolaitteen läpi ja yhdistämällä osat. Jakolaitteella voi puolittaa mallista riippuen 3, 5, 10 tai 18 litran kokoisen näytteen. Kuva: Pekka Helenius.

myös alkuperäistä siemenereää, josta kokoomanäyte on kerätty. Parhaiten tämä onnistuu ns. yleisjakolaitteella (kuva 43). Yleisjakolaitteen kalibrointi on opastettu liitteessä C. Mikäli yleisjakolaitetta ei ole käytettävissä tai siemen on paakkuuntuvaa ja heikosti valuvaa kuten koivun siemen, voidaan näytteen pienentämisessä käyttää puolitusmenetelmää (liite E).

7.4 Hygienia siemenlaboratoriossa

Näytteenotossa käytettävä lokerokaira, pelikaanipussi, jakolaite ja vaaka sekä siementen analyysissä käytettävät idätyspöydät, siemenlaskurit, pinsetit ym. siemeniin kosketuksissa olevat pinnat on suositeltavaa puhdistaa ja desinfioida siemenerien välillä. Desinfiointin laiminlyönti johtaa pahimmassa tapauksessa siihen, että puhdas siemenereä tulkitaan idätystestissä homeiseksi sen saatua tartunnan esimerkiksi likaisista näytteenottovälineistä tai siemenlaskurista.

Helppoin keino desinfiointiin on sumuttaa etanolipohjaista puhdistusainetta käytettäville pinnoille ja pyyhkäistä pinta kuivaksi kertakäyttöisellä paperipyyhkeellä. Idätystestissä olevien homeisten siementen käsittelyn jälkeen pinsetit voi desinfioida helposti myös sprilampun liekissä (kuva 44).

Idätyspöydissä sekä esimerkiksi PREVAC- ja IDS-käsittelyissä käytettävä vesi on hyvä analysoida kerran vuodessa. Esimerkiksi vedessä oleva kupari tai nikkeli aiheuttaa jo pieninäkin pitoisuuksina sirkkajuurten tyvistymistä ja muita kasvuhäiriöitä (kuva 45).

Vesijohtoveden lisäksi näyte kannattaa ottaa myös idätyspöydissä olevasta vedestä, jolloin saadaan selville idätyspöydässä olevat bakteerit, homeet ja mahdolliset puhdistusainejäämät. Näytteistä on syytä analysoida ainakin:

- pH
- sähköjohtavuus
- kupari
- nikkeli
- raskasmetallit
- bakteerit ja homeet
- puhdistusainejäämät



Kuva 44. Pinsetit saa kätevästi desinfioidua siementen laskennan aikana käyttämällä niiden kärjet sprilampun liekissä. Kuva: Pekka Helenius.



Kuva 45. Idätyspöydässä käytetyn veden korkean nikkelipitoisuuden aiheuttamaa männyn sirkkajuuren typistymistä idätystestissä. Kuva: Heidi R. Bye.

ISTA on määritellyt raja-arvot idätystestissä käytettävän veden pH:lle (6,0–7,5) ja sähkönjohtavuudelle (<40 mS/m). Vesianalyysejä tekevät akkreditoidut elintarvike- ja vesilaboratoriot ympäri Suomea.

7.5 Idätystestauksen erot Suomen ja Ruotsin välillä

Idätystestauksessa käytettävät tunnusluvut ja kriteerit poikkeavat Suomen ja Ruotsin välillä. Tästä johtuen samalle siemenerialle voidaan Ruotsissa ilmoittaa erilainen itävyystulos kuin Suomessa. Tämä on syytä huomioida siemenkaupassa ja siemenerien kunnossuunnitelmassa.

Merkittävimmät idätystestaukseen liittyvät erot ovat itäneen siemen määrittelyssä ja itämistarmon laskennassa. Suomessa siemen tulkitaan itäneeksi, kun sirkkajuuren ja –varren yhteenlaskettu pituus on yhtä suuri tai suurempi kuin $4 \times$ siemenkuoren pituus. Tämä on myös ISTA:n suosittelema kriteeri. Sen sijaan Ruotsissa siemen tulkitaan itäneeksi jo kun sirkkajuuri on siemenkuoren pituinen. Käytännössä tällä erolla on merkitystä etenkin idätystestin ensimmäisillä luentakerroilla itäneiksi luettavien siementen määrään eli itämisenopeudeksi tulkittavaan tulokseen. Myös osa epänormaalisti itävistä siemenistä voi jäädä huomaamatta, mikäli arviointi tehdään liian aikaisessa vaiheessa. Tämä puolestaan vaikuttaa itämiskapasiteetiksi tulkittavaan tulokseen.

Suomessa itämistarmoksi ilmoitetaan männyllä seitsemän ja kuusella kymmenen vuorokauden kohdalla itäneiden siementen prosenttiosuus näytteen kokonaissiemenmäärästä (pois lukien tyhjät siemenet). Ruotsissa erän itämistarmoksi ilmoitetaan sitä vastoin seitsemän vuorokauden kohdalla itäneiden siementen prosenttiosuus testin lopussa (männyllä 14 vrk ja kuusella 21 vrk) itäneistä siemenistä (taulukko 7). Tämä tarkoittaa sitä, että siemenerialan itämistarmo voi olla korkeampi kuin itämiskapasiteetti. Käsitteenä ruotsalaisten tulkinta itämistarmosta lienee oikeampi; koska itämättömillä siemenillä ei ole tarmoa, niitä ei myöskään huomioida sen laskennassa.

Taulukko 7. Esimerkki kuusen siemenen itämistarmon laskennan erosta Suomessa ja Ruotsissa. Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että testissä käytetty siemenmäärä on 100 kpl, kaikki siemenet olivat itämiskykyisiä ja itäneiden arvioinnissa käytettiin samaa kriteeriä.

Laskentapäivä	Itäneitä siemeniä (kpl)	Itäneiden siementen summa (kpl)
7	18	
10	30	48
14	26	74
21	8	82
Yhteensä	82	

	Itämistarmo / groningsenergi	Itämiskapasiteetti / grobarhet
Suomi	48 / 100 = 48 %	82 / 100 = 82 %
Ruotsi	48 / 82 = 59 %	82 / 100 = 82 %

Itämiskapasiteetti lasketaan molemmissa maissa vertaamalla testin aikana itäneiden siementen määrää testissä olleeseen kokonaissiemenmäärään (pois lukien tyhjät siemenet).

Edellä mainituista eroista johtuen ruotsalaiset ilmoittavat samalle siemenerialle korkeamman itämistarmon ja yleensä myös korkeamman itämiskapasiteetin kuin suomalaiset laboratoriot.

7.6 Tetrazolium-testi

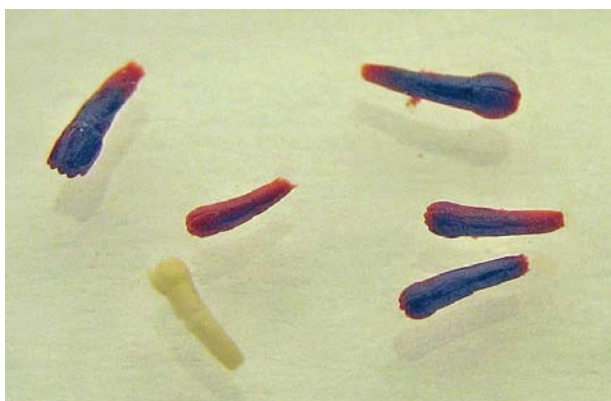
Siementen laadun arvioinnissa tulee toisinaan vastaan tilanteita, joissa ei varmasti tiedetä johtuuko alhainen itävyys siitä, että siemenet ovat terveitä mutta horroksessa, lievästi vaurioituneita vai kokonaan kuolleita. Tällöin apuna voidaan käyttää tetrazolium-testiä.

Tetrazolium on väritön suola, joka reagoi kaikissa elävissä soluissa olevan dehydrogenaasi-entsyymin kanssa muuttuen punaiseksi formatsaaniksi. Formatsaani on puolestaan pysyvä, veteen liukenematon yhdiste. Tetrazoliumin avulla voidaan siis määrittää onko tutkittava solukko elävä vai kuollut. Metsäpuiden siementen elävyyden testauksessa tetrazoliumia on käytetty jo 1940-luvulta lähtien.

Käytännössä testaus etenee kolmessa vaiheessa. Ensin siemenkuori avataan veitsellä siten, että 1 %:n vahvuiseksi laimennettu tetrazolium-liuos pääsee diffundoitumaan siemenvalkuaiseen ja alkioon, tai alkio voidaan vaihtoehtoisesti irroittaa kokonaan siemenvalkuaisesta. Preparointi on tehtävä varovasti, ettei alkioille aiheuteta vaurioita, jotka voitaisiin tulkita testissä siemenen ominaisuudeksi. Liuoksen imeytymistä alkioon voidaan nopeuttaa käsittelyn alussa alipaineen avulla (Savonen 1999). Tetrazoliumin annetaan vaikuttaa alkioon vajaa vuorokausi noin 30 °C lämpötilassa. Tämän jälkeen arvioidaan visuaalisesti alkion värjäytyminen. Elävä, terve solukko värjäytyy kirkkaan punaiseksi ja heikentynyt tumman- tai purppuranpunaiseksi. Kuollut solukko ei värjäydy (kuva 46). Alkio voi myös värjäytyä testissä osittain. Tällöin arvioidaan, onko joku taimen kehityksen kannalta olennainen osa, esim. sirkkajuuren kärki jäänyt värjäytymättä eli vaurioitunut tai kuollut (ns. topografinen tetrazolium-testi).

Tetrazolium-testin haittapuolena on sen hitaus, sillä siemenet joudutaan preparoimaan ja arvioimaan yksi kerrallaan. Testi ei myöskään kerro välttämättä mitään siementen itämiskyvystä tai elinvoimaisuudesta, saatikka orastumisesta:

Tetrazolium-testissä havaittu elävyys \geq itämiskyky \geq elinvoimaisuus \geq orastumiskyky



Kuva 46. Tetrazolium-liuoksella käsiteltyjä kuusen siemenen alkioita, joista yksi (valkoinen) on kuollut ja muut (punaiset) eläviä. Kuva: Pekka Helenius.

8 Siemenerien kunnostus

8.1 Taustaa

Siemenerien fysiologista laatua voidaan yrittää parantaa erilaisilla kunnostuskäsittelyillä. Käsitteilyjen onnistuminen riippuu puulajista sekä siitä, mikä tekijä laatua heikentää ja kuinka hyvin siemenerän ominaisuudet tunnetaan. Käsitteilyt tehdään erikoislaitteilla ja niiden onnistunut toteutus vaatii erikoisosaamista ja pitkän kokemuksen. Suurin osa kunnostuskäsittelyistä perustuu siihen, että siemenerästä poistetaan laadultaan heikompia siemeniä. Näin ollen siemenerä pienenee käsittelyssä sitä enemmän mitä korkeammaksi sen laatu halutaan nostaa (pois lukien vitalisointi).

8.2 Vitalisointi

Vitalisointi on eräänlaista siementen jälkikypsytystä, jolla siemenerän heikommin kehittyneet siemenet saadaan samalle tasolle parempien kanssa. Vitalisoinnin seurauksena itäminen nopeutuu ja yhdenaikaistuu.

Käsittelyn alussa siementen kosteus nostetaan tasolle, joka mahdollistaa itämistä edeltävien biokemiallisten reaktioiden käynnistymisen, mutta joka on liian alhainen varsinaisen itämisen käynnistymiselle. Siemeniä pidetään tässä kosteudessa 1...4 viikkoa (kuva 47). Itämisen käynnistymisen estetään varmuuden vuoksi vielä alhaisella käsittelylämpötilalla (+5...15 °C). Käsittelyaika ja -lämpötila valitaan kullekin siemenerälle erikseen puulajin, alkuperän ja itävyyden perusteella. Esimerkiksi männyllä käytetään alhaisempaa käsittelylämpötilaa kuin kuusella. Heikommilla siemenerillä käsittelyaika on yleensä pitempi ja lämpötila alhaisempi kuin paremmilla erillä. Vitalisoinnin jälkeen siemenet kuivataan takaisin varastokosteuteen. Vitalisoitua kuusen siementä voi kuitenkin varastoida vain vuoden verran, männyn ja kontortamännyn siementä kaksi vuotta.

8.3 Rikkoutuneiden siementen poisto (PREVAC)

Mekaanisten vaurioiden määrä siemenissä on vähentynyt vedellä tapahtuvan lenninsiipien erottelun käyttöönoton jälkeen, mutta vaurioita voi edelleen syntyä karistus- ja puhdistusprosessin eri vaiheissa. Etenkin auenneiden käpyjen pyörittäminen rumpuseulassa siementen varistamiseksi on riskialtis työvaihe. Suurimman osan siemeniin syntyneistä mekaanisista vaurioista saa selville paljaalla silmällä, mikroskoopilla tai röntgenkuvauksella. Siemenessä tai siemenkuoressa voi olla itävyyttä alentavia mikrohalkeamia, joita ei välttämättä näe edes röntgenkuvasta.

Rikkoontuneet siemenet voidaan poistaa siemenerästä PREVAC-käsittelyllä. PREVAC-lyhenne tulee englannin kielen sanoista pressure ja vacuum eli paine ja alipaine. Käsitteilyssä vettä imeytetään joko yli- tai alipaineella siemeniin, jolloin rikkinaisten siementen vesipitoisuus nousee nopeammin kuin ehjien siementen (kuva 48). Ehjät siemenet jäävät kevyempinä veden pinnalle ja rikkinaiset siemenet painuvat pohjaan, josta ne voidaan poistaa.

PREVAC on melko nopea ja halpa siemenerän kunnostusmenetelmä. Menetelmä toimii hyvin männyllä ja kontortamännyllä, mutta ei kuusella. Kuivien ja ehjien kuusen siementen tiheys on usein niin korkea, että ne uppoavat yhdessä rikkoontuneiden siementen kanssa astian pohjalle.



Kuva 47. Siementen vitalisointia (myös IDS-käsittelyn ensimmäinen vaihe). Siemenet laitetaan muoviputkeen, joka suljetaan molemmista päistä ilmaa läpäisevällä kankaalla. Putkia pyöritetään säännöllisesti homehtumisen estämiseksi. Kuva: Pekka Helenius.



Kuva 48. PREVAC-käsittelyssä käytettävä paineastia. Kuva: Pekka Helenius.

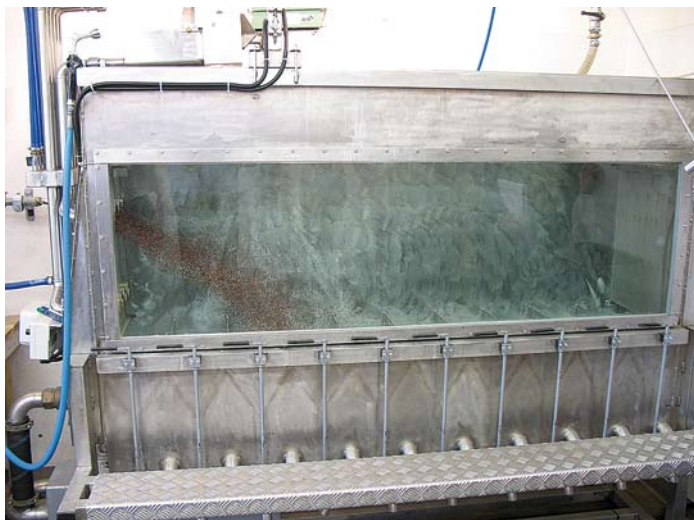
8.4 Kuolleiden ja vajaiden siementen erottelu (IDS)

Kuolleet, heikosti kehittyneet ja toukkaiset siemenet voidaan erotella elävistä IDS-menetelmällä. IDS-lyhenne tulee englanninkielien sanoista Incubation (imeytys + haudutus), Drying (kuivaus) ja Separation (erottelu). Menetelmä perustuu siihen, että kosteita siemeniä hallitusti kuivattaessa kuolleet siemenet luovuttavat vettä nopeammin kuin elävät siemenet, jolloin niiden välille syntyy tiheysero. Vedessä elävät siemenet painuvat raskaampina pohjalle ja kuolleet siemenet jäävät kevyempinä kellumaan.

Pohjaan painuneet elävät siemenet voidaan tarvittaessa lajitella tiheyseron perusteella useampaan lajitteeseen ns. sedimenttitankissa (kuva 49). Tankin läpi hiljaa virtaavassa vedessä parhaat ja painavimmat siemenet uppoavat nopeasti pohjaan lähelle tankin alkupäätä. Hieman kevyemmät siemenet ajautuvat virrassa pidemmälle ennen kuin osuvat tankin pohjaan. Pohjaan painuneet siemenet on mahdollista lajitella kymmeneen lajitteeseen (1. paras–10. heikoin). Käytännössä lajitteet 1–3 yleensä yhdistetään, samoin lajitteet 4–10.

Käsittelyn jälkeen siemenet kuivataan takaisin varastokosteuteen. IDS-käsitelty taimitarhakylvöön tarkoitettu männyn siemen suositellaan käytettäväksi neljän vuoden ja kuusen siemen kahden vuoden sisällä käsittelystä. Hyvissä olosuhteissa (-18 °C) varastointiaika voi olla männyllä muutaman vuoden pidempi.

IDS-käsittely on huomattavasti hitaampi ja kalliimpi menetelmä kuin PREVAC. Pelkkä IDS-käsittely kestää yleensä 3–4 viikkoa, jonka jälkeen erän itävyyden testaus vie vielä 3 viikkoa. Tämä on syytä ottaa huomioon käsittelyn ajoitusta suunniteltaessa.



Kuva 49. IDS-käsittelyssä käytettävä sedimenttitankki. Siemeniä syötetään tankissa vasemmalta oikealle hiljaa virtaavaan veteen. Siemenet kulkevat virran mukana ja painuvat tiheyden mukaan tankin pohjalla näkyviin kaukaloihin (painavimmat ensin, kevyemmät myöhemmin), josta ne voidaan erotella. Kuolleet siemenet kulkeutuvat veden pinnalla ulos tankista. Kuva: Pekka Helenius.

8.5 Puhtaus

Sekä PREVAC- että IDS-käsittely puhdistavat siemenet samalla tavalla, joita voi olla vaikea erottaa tavallisilla koko- ja painolajittelijoilla (kuva 50). PREVAC-käsittely nostaa siemenen puhtauden yleensä yli 99,5 %. IDS-käsittelyn jälkeen siemenen puhtaus on 100 %.

8.6 Esimerkkikäsitely

Keväällä 2007 kerätyn 6,78 kg männyn siemenen itävyys oli 72 %. Röntgenkuvaus paljasti, että yli 25 % siemenistä oli kuolleita. Syynä tähän oli todennäköisesti ennen keruuta siemeniin syntynyt pakkasvaurio. Kuolleiden siementen lisäksi erässä oli 2 % epänormaalisti itäneitä siemeniä ja 1 % terveitä itämättömiä siemeniä. Erälle tehtiin ensin PREVAC- ja sen jälkeen IDS-käsittely.

Käsittelyillä siemenestä saatiin erilleen 3,84 kg siementä, jonka itävyys oli 90 % ja 1,14 kg siementä, jonka itävyys oli 83 % (taulukko 8). Lajitteet yhdistettyinä saanto käsittelyistä oli tämän erän kohdalla 73 % (4,97 kg) ja itävyys 87 %.

On syytä korostaa, että kaikilla siemenillä käsittelyt eivät välttämättä onnistu yhtä hyvin tai lainkaan. Se, kannattaako käsittelyjä tehdä, selviää yleensä jo röntgenkuvauksella tai viimeistään 2 kg ennakkonäytteellä tehtävällä testillä. Koska kysymys on ainakin IDS-käsittelyn kohdalla melko kalliista menetelmästä, on ennakkonäytteen edustavuuteen syytä kiinnittää erityistä huomiota.

8.7 Kunnostus vai ennaltaehkäisy?

Edellä mainituilla kunnostuskäsittelyillä pyritään pääasiassa korjaamaan vahinkoja, jotka ovat sattuneet käpyjen keruussa, välivarastoinnissa tai karistuksessa. Suurin osa vahingoista on yleensä vältettävissä siemenhuoltoketjun huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella. Siemenhuollossa, kuten kaikessa muussakin toiminnassa, ongelmien ennaltaehkäisy on aina helpompaa ja halvempaa kuin syntyneiden vaurioiden korjaaminen.



Kuva 50. Siemenerään voi seulonnan ja puhallusilmalajittelun jälkeen jäädä roskia, jotka ovat kooltaan ja painoltaan lähellä siemeniä. Kuva: Pekka Helenius.

Taulukko 8. PREVAC ja IDS-käsittelyn tulokset esimerkisiemenerällä.

	Massa (kg)	Osuus käsitellystä määrästä (%)	Osuus koko siemenerästä (%)	Itävyys (%)
Lähtötilanne:	6,78			72
PREVAC				
Lajite:				
Pinta	6,19	91	91	77
Pohja	0,59	9	9	10
Yhteensä	6,78	100	100	-
IDS				
Lajite:				
1-3	3,84	62	57	-
4-10	1,14	18	17	83
Pinta	1,21	20	18	27
Yhteensä	6,19	100	91	-

9 Siemenen käyttö

9.1 Taimitarha

Kohdassa 5.5 kuvattu homeen leviäminen siemenestä toiseen siemeniin kosketuksissa olevien pintojen välityksellä on mahdollista myös taimitarhalla kylvön yhteydessä. Mikäli siemenenä on saatu pysymään puhtaana taimitarhalle asti, on turha enää ottaa riskejä ja jättää desinfiointia tekemättä. Desinfiointissa voidaan käyttää samoja menetelmiä ja aineita kuin karistamalla ja näytteenotossa (kohdat 5.5 ja 7.4). Kylvökoneen siemensäiliö, kylvörumpu ja muut siemeniin kosketuksissa olevat pinnat on syytä puhdistaa ja desinfioida aina ennen uutta siemenettä. Taimitarhallakin hyvän hygienian ylläpito on helpompaa, kun tehdyt toimenpiteet kirjataan ylös (kuva 51).

Taimitarhalla siemenpakkauksia joudutaan availemaan kylvöjen edetessä. Kylvöistä voi jäädä jäljelle vajaita siemenpakkauksia, jotka käytetään vasta tulevana vuosina. Tämä tuo haasteita siementen varastokosteuden hallintaan. Siementen kostumisriskiä ja tästä aiheutuvaa siementen laadun heikkenemistä voidaan pienentää seuraavilla toimenpiteillä:

1. Siemenet hankitaan taimitarhalle ensisijaisesti pienissä pakkauksissa tai siemenet pakataan taimitarhalla uudelleen isoista pakkauksista pienempiin, keskimääräisen kylvöerän kokoi-
siin pakkauksiin. Uudelleenpakkauksessa huomioidaan olosuhteet (kts. kohta 3 alla).
2. Siementuottajilta tulevan siemenen kosteutta ja muita ominaisuuksia seurataan pistokoe-
luonteisesti.
3. Siemenpakkaukset, joita ei käytetä kokonaan, pyritään ensisijaisesti avaamaan siemen-
varaston sisällä tai vaihtoehtoisesti niiden annetaan lämmitä ennen avaamista. Muuten lämpi-
mässä ilmassa oleva kosteus tiivistyy kylmien siemenien pinnalle.
4. Kylvöstä yli jääneitä siemeniä ei kaadeta takaisin samaan pakkaukseen, josta ne otettiin,
vaan ne pakataan erikseen. Ennen uudelleenpakkaamista siementen kosteus mitataan ja ne
kuivataan tarvittaessa ennen jatkovarastointia.
5. Varastossa olevista siemenistä otetaan kosteusnäytteet kerran vuodessa ja siemenet kui-
vataan tarvittaessa uudelleen.
6. Siemenpakkausten korkkien tiiviys tarkistetaan säännöllisesti ja erityisesti silloin kun varas-
toon on viety pakkauksia lämpimämmästä ilmasta ja pakkaus on ehtinyt jäähtyä.
7. Suuriin siemenpakkauksiin jääneet loppuerät siirretään pienempiin pakkauksiin jatkovaras-
tointia varten tai vajaisiin pakkauksiin lisätään kosteudenpoistajaa (kohta 6.2.1).
8. Siemenet varastoidaan alhaisessa lämpötilassa (≤ -5 °C).

Kaikki siemenlähetykset siementuottajan ja taimitarhan välillä (siementen hankinta, siemenien lähetykset kunnostukseen jne.) kannattaa ajoittaa alkuvuokseen. Näin vältetään siltä riskiltä, että siemenenä jää viikonlopuksi postin tai kuljetusyrityksen lämpötiloihin.

9.2 Metsäkylvö

Kaikesta Suomessa tuotetusta siemenestä yli 80 % käytetään metsäkylvöön. Metsäkylvöistä kolme neljäsosaa tehdään koneellisesti urakoitsijoiden toimesta (Metsätilastollinen...). Siemenmääräksi muutettuna tämä vastaa vuositasona noin 7500 kiloa. Parhaimmillaan siemenen laatu säilyy muuttumattomana kunnes se putoaa kylvölaitteesta muokkausjälkeen, pahimmillaan suurin

Kylvölinjaston puhdistuspöytäkirja

Puhdistus imurilla tai paineilmalla ja desinfiointi*
 Desinfiointi **

Vuosi: 2010

Siementen liotusastiat *	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ilmastuskivet *	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siementen pintakuivauslaatikot *	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kylvökone (siemensäiliö, rumpu, jne.) *	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lokerokaira **	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jakolaite *	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huomioita (erillinen dokumentti)	-									
Päivämäärä	<u>24.4.</u>									
Kellonaika	<u>7:30</u>									
Työntekijä (nimikirjaimet)	<u>PH</u>									

Kuva 51. Esimerkki taimitarhalla käytettävästä pöytäkirjasta puhdistustoimenpiteiden kirjaamiseen.

osa siemenhuoltoketjussa aiemmin tehdyistä ponnisteluista siemen laadun säilyttämiseksi menee hukkaan väärin toimenpiteiden takia.

Metsäkylvön siemenhuollossa on tärkeintä saada siemen pidettyä kuivana, kylmässä ja valolta suojattuna ennen käyttöä. Parhaiten tämä onnistuu, kun siemenet varastoidaan kotona esimerkiksi jääkaapissa tai kylmiössä ja viedään työmaalle kerrallaan vain päivän kylvöannos kylmälaukussa tai vaikka pienessä, auton tupakansytyttimestä käyttövirtansa saavassa matkajääkaapissa. Vastaavanlainen päiväkohtaiseen annokseen perustuva toimintamalli on nykyään yleisesti käytössä taimijakelussa monissa metsänhoitoyhdistyksissä (Harstela ym. 2006). Siemenet ovat taimien lailla elävää materiaalia, joka reagoi herkästi ympäristön olosuhteisiin. Esimerkkiä metsäkylvön siemenhuoltoon voi ottaa maitotuotteiden kylmäketjusta, jonka katkeaminen johtaa laadun heikkenemiseen.

Koneellisessa kylvössä kylmäketjua on mahdollista jatkaa vielä nykyistä pidemmälle tuotekehityksen keinoin. Kylvölaitteiden siemensäiliöt on usein valmistettu läpinäkyvästä muovista, jonka tarkoituksena on antaa kuljettajalle mahdollisuus seurata laitteen toimintaa ja siemenen kulutusta (kuva 52). Tämä rakenne nostaa kuitenkin helposti siemensäiliön sisälämpötilaa aurinkoisella ilmalla. Eristämällä siemensäiliö, maalaamalla sen pinta valkoiseksi ja kaatamalla siihen siemeniä suoraan kylmälaukusta otetusta siemenpakkauksesta, se saadaan toimimaan termospullon tavoin. Siemensäiliöön voidaan jättää pieni tarkkailuikkuna laitteen toiminnan seuraamista varten. Näin siementen säilytysolosuhteet saadaan pysymään lähellä optimia siihen asti kun siemen puhalletaan kylvölaitteesta muokkausjälkeen.

Seuraava askel metsäkylvöön liittyvässä siemenhuollon tuotekehityksessä voisi olla siementen pakkaaminen karistamalla eristettyyn vakuumpatruunaan, joka kiinnitetään kaivinkoneessa suo-



Kuva 52. Kylvölaitteen siemensäiliö. Aurinkoisella ilmalla lämpötila säiliön sisällä voi nousta haitallisen korkeaksi.

raan kylvölaitteeseen ja joka toimii samalla kylvölaitteen siemensäiliönä. Patruuna voi olla myös uudelleenkäytettävä, jolloin se palautetaan tyhjänä takaisin karistamolle. Analogiaa voi hakea esimerkiksi kotigrillien nestekaasupullosta.

10 Omavalvonta

10.1 Tausta ja tavoite

Elintarvike- ja prosessiteollisuudessa sekä kaupan alalla tuotteiden laatu on jo pitkään varmistettu omavalvonnalla. Omavalvonta tarkoittaa käytännössä sitä, että työntekijä mittaa itse työnsä laadun tai tarkkailee tuotteiden valmistus- tai varastointiolosuhteita säännöllisesti ja kirjaa tuloksen ylös (kuvat 53 ja 54). Näin työntekijä saa välittömästi palautteen omasta työstään, ”kyttäyksen” tuntu vähenee, laitteiden ja koneiden toimintahäiriöt huomataan nopeasti ja korjaavat toimenpiteet voidaan käynnistää ennen kuin suurempia vahinkoja ehtii tapahtua. Työntekijät ovat usein myös motivoituneempia työhönsä saadessaan lisää vastuuta laadunvalvonnasta.

Metsänhoitotöiden laaduntarkkailussa omavalvontaa kokeiltiin ensimmäisen kerran vuosina 2003–2005 Metsätutkimuslaitoksen Suonenjoen yksikössä toteutetussa Tehokkaan toimintakonseptin kehittäminen metsäpalveluun -hankkeessa (Harstela ym. 2006). Tulokset kokeilusta olivat myönteisiä ja omavalvonnasta on tullut arkipäivää monessa metsänhoitoyhdistyksessä ja metsäpalveluyrityksessä. Omavalvonta on helposti sovellettavissa siemenhuoltoketjuun.

10.2 Tuotannon tarkkailujärjestelmä (HACCP)

Omavalvonta rakentuu HACCP -järjestelmän ympärille (Hazard Analysis and Critical Control Points). HACCP-ajattelu perustuu prosessiin liittyvien riskien arviointiin ja siitä seuraavaan kriittisten pisteiden valvontaan ja hallintaan. Kriittinen valvontapiste on kohta, vaihe, valmistusaine, toiminta tai menettelytapa, jossa valvontaa suorittamalla pystytään poistamaan vaara tai pienentämään sen ilmenemisen todennäköisyyttä. Elintarviketeollisuudessa tyypillisiä kriittisiä valvontapisteitä ovat esimerkiksi tuotteiden lämpö- ja kylmäsäilytetyt, kylmäsäilytyksen kesto ja lämpötila, pakastus-, siivous- ja puhdistustoimenpiteet sekä tuotanto- ja henkilöstöhygieniat (Lyijynen ym. 1997). Mikäli kriittiseksi arvioidussa tuotantovaiheessa ei ole mahdollista tehdä jatkuvaa mittaamista tai siinä ei ole mitään mittaamalla seurattavaa asiaa, tuoteturvallisuuden takaamiseksi merkittäväksi koettu vaara hallitaan kriittisen työvaiheeseen liittyvällä ohjeistuksella.

Seuraavassa on kuvattu HACCP-järjestelmän soveltaminen siemenhuoltoketjun eri vaiheisiin (taulukot 9, 10 ja 11). Kriittiset valvontapisteet on valittu aikaisemman tutkimustiedon sekä hankkeen aikana tehtyjen mittausten, kyselyjen ja havaintojen perusteella.

Taulukko 9. HACCP-järjestelmän soveltaminen käpyjen keruussa ja välivarastoinnissa.

VAIHE	VAARA	EHKÄISEVÄ MENETELMÄ
Kohdevalinta	Alhainen saanto ja huono itävyys (tyhjiä ja vajaasti tuleentuneita siemeniä, hyönteistuho)	Käpynäyte, röntgen ja idätystesti ennen keruun aloitusta (kohta 4.1).
Keruuajankohta	Vajaasti tuleentunut siemen	Keruu aloitus vasta lokakuun lopussa (oikeissa olosuhteissa tapahtuva jälkikypsytyks aikaisemmin kerätyissä erissä?).
Keruuajankohta	Itävyyden romahdus (pakkasvaurio, aineenvaihdunnan keväinen aktivoituminen, horros)	Käpynäyte kerran kuussa (aina kovien pakkasten jälkeen), röntgen ja idätystesti. Tetrazolium-testi (kohta 7.6). Säähavainnot keruuakohteilta (kohta 4.5).
Keruu	Kontaminaatio maasta, vanhoista kävyistä tai sairaista puista	Keruu ohjeistus (liite A).
Keruu	Kontaminaatio keruuastioista tai säkeistä	Keruuastioiden ja käpysäkkien desinfiointi käpyerien välillä. Kertakäyttösäkit.
Keruu henkilönostimella	Kontaminaatio kerääjän kengistä	Rakenteelliset muutokset henkilönostimen käpysäiliöön (kerääjä ei seiso suoraan suojaamattomien käpyjen päällä), kengän pohjen desinfiointi.
Keruu	Käpyjen joukossa karistuskelvottomia käpyjä (hyönteis- tai sienituho, almittaisia, ylivuotisia), oksia, neulasia, lunta, jäätä ym.	Keruu ohjeistus ja omavalvonta. Käpynäyte karistamolle saapuvista kävyistä ja palaute kerääjille (kohta 5.1). Laatuun perustuva hinnoittelu. Käpyjen seulonta keruu paikalla tai välivarastossa.
Välivarastointi	Itävyyden romahdus (homehtuminen)	Kävyt suojaan sateelta keruun jälkeen. Säkkien asettelu väljästi, koneellinen ilmanvaihto suursäkkeihin ja kontteihin (kuva 10).
Välivarastointi	Itävyyden romahdus (pakkasvaurio)	Kävyt keruun jälkeen suojaan sateelta ja pakkaselta. Lämpötilan seuranta tallentimella tai pakkasvahdilla.

Taulukko 10. HACCP-järjestelmän soveltaminen karistamalla.

VAIHE	VAARA	EHKÄISEVÄ MENETELMÄ
Esikuivaus	Kävyt kuivuvat liikaa, liian vähän tai epätasaisesti	Käpyjen kosteusmittaus päivittäin. Käpysäkkien painon seuranta. Tulo- ja paluuilman kosteus- ja lämpötilaseuranta päivittäin. Lämpötila- ja kosteus seuranta tallentimella kerran vuodessa (kohta 4.4).
Esikuivaus	Homeen leviäminen kävyissä	Tulo- ja paluuilman kosteus- ja lämpötilaseuranta. Visuaalinen tarkkailu.
Esikuivaus	Käpyjen aukeaminen, siementen variseminen, erien sekoittuminen	Kontit puhdistetaan tyhjennyksen jälkeen, uudelleenkäytettävät käpysäkit käännetään ylösalaisin ja puhdistetaan sisäpuolelta.
Karistus	Liian korkea lämpötila ja kosteus-yhdistelmä	Lämpötila- ja kosteus seuranta tallentimella (kohta 4.4).
Karistus	Karistettuihin käpyihin jää siemeniä.	Saannon tarkkailu (kohta 5.3.2) Uudelleenkaristus (kohta 5.3.3)
Karistus	Käpysuomut ”lukittuvat” (kävyt liian kosteita tai kuivuvat pinnastaan liian nopeasti)	Käpyjen hallittu esikuivaus. Alhainen aloituslämpötila karistuksessa.
Siementen varistus kävyistä. Lenninsiipien poisto, lajittelu ja puhdistus	Mekaaninen vaurio	Rumpuseulan sisäpinnan pehmustus. Röntgenkuvaus eri työvaiheiden jälkeen.
Lenninsiipien poisto, lajittelu ja puhdistus	Kontaminaatio edellisestä siemen-erästä	Siemeniin kosketuksissa olevien pintojen puhdistus ja desinfiointi siemenerien välillä (kohta 5.5).
Painolajittelu	Täysiä siemeniä tyhjien seassa, toukkia täysien seassa	Röntgenkuvaus tai siementen halkaisu käsin päivittäin.
Varastokuivaus	Siemenet liian kosteita tai kuivia	Kosteusmittarin kalibrointi kerran vuodessa (maahantuojia, uunimenetelmä).
Koko prosessi	Siementen lajittuminen	Siemeniä sekoittaminen ennen pakkaamista.

Idätysolosuhteiden omavalvonta

Pvm /klo	Lämpötila, Vesi (°C)	Lämpötila, Ilma (°C)	Valaistus, luksia	Huomioita	Nimikirjaimet
19.3./13.00	22	21	500	Idätystestaus alkoi	PH
20.3./8.00	21,5	20	600	–	PH
21.-22.3.	–	–	–	Viikonloppu	PH
24.3./8.00	28	23	550	Idätyspöydän ohjausyksikkö ”juntturassa”, vika korjattu	PH
25.3./8.00	22	21	500	–	PH
26.3./8.00	30	25	4500	Idätyspöydän valot oikosulussa, korjattu	PH
26.3./13.00	22	21	500	–	PH

Kuva 53. Malliksi täytetty idätysolosuhteiden omavalvontalomake

Taulukko 11. HACCP-järjestelmän soveltaminen siemenlaboratoriossa.

VAIHE	VAARA	EHKÄISEVÄ MENETELMÄ
Idätystestaus	Kontaminaatio vedestä	Vesianalyysi kerran vuodessa (kohta 7.4) (vesijohtovesi, idätysaltaiden vesi).
Idätystestaus	Kontaminaatio laitteista tai instrumenteista	Siemeniin kosketuksissa olevien pintojen puhdistus ja desinfiointi siemenerien välillä. Pinsettien desinfiointi homeisen siemenen käsittelyn jälkeen (kohta 7.4).
Idätystestaus	Väärä lämpötila	Idätysaltaan veden ja idätysuoneen lämpötilan mittaus päivittäin (kuva 53). Lämpötilan vuorokautinen seuranta tallentimella kerran vuodessa (kuva 56).
Idätystestaus	Väärä valaistus (voimakkuus / jakso)	Valomittaus päivittäin (kuva 53). Valaistuksen vuorokautinen seuranta tallentimella kerran vuodessa (kuva 55).
Idätystestaus ja muu laadun arviointi	Virheellinen tulos	Jakolaitteen (liite C), vaakojen ja siemenlaskurin kalibrointi kerran vuodessa. Rinnakkaistestaus (liite E).
Varastokuivaus	Siemenet liian kosteita tai kuivia	Kosteusmittarin kalibrointi (maahantuojia + uunimenetelmä). Kuivausuunin kalibrointi tarkkuuslämpömittarilla.
Varastointi	Pakkaus vuotaa ja siemenet kostuvat	Näytteenotto ja kosteusmittaus satunnaisesti valituista siemenpakkausista kerran vuodessa. Siemenpakkausten korkkien kireyden tarkistus kerran vuodessa.
Varastointi	Väärä (liian korkea) lämpötila	Siemenvaraston lämpötilavalvonta päivittäin.
Lähetys	Siemenenä jää viikonlopuksi lämpimään jakelukeskukseen.	Siemenlähetykset ajoitetaan alkuvuokseen.

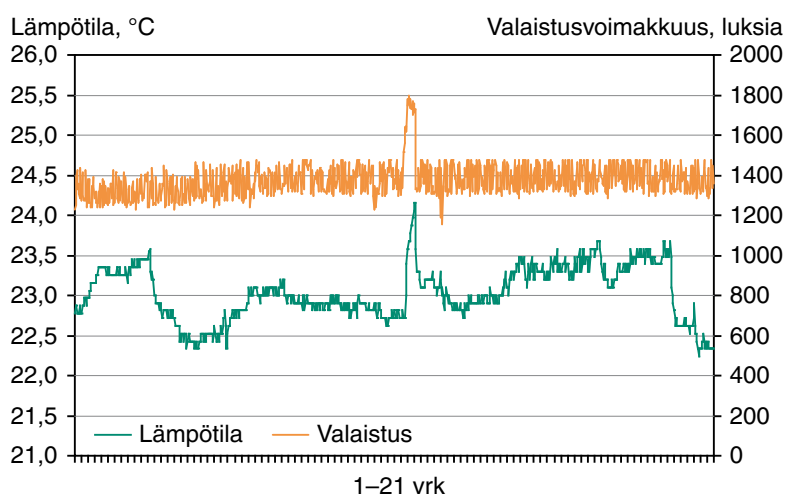
Siemenkeskuksen kalibrointi- ja omavalvontapöytäkirja

Kohde / toimenpide	Päivämäärä						
1. Analyysivaaka (maahantuojia)							
2. Tarkkuusvaaka (maahantuojia)							
3. Lattiavaaka (maahantuojia)							
4. Siemenlaskuri (laskurin tulos vs. käsinlaskenta)							
5. Siementen jakolaite (ISTA:n ohje)							
6. Kosteusmittari (maahantuojia)							
7. Kosteusmittari vs. uunimenetelmä (Evira / Metla)							
8. Kuivausuuni (näytön lukema vs. tarkkuuslämpömittari)							
9. Vesianalyysi, vesijohtovesi (vesilaboratorio)							
10. Vesianalyysi, idätyspöydän vesi (vesilaboratorio)							
11. Rinnakkaistestaus (Evira)							
12. Siemenpakkausten korkit varastossa (itse)							
13. Siementen varastokosteus (itse)							

Kuva 54. Esimerkki siemenkeskuksessa vuosittain tehtävistä kalibrointi- ja omavalvontatoimenpiteistä.



Kuva 55. Valaistusta, UV-säteilyä, lämpötilaa ja kosteutta tallentava dataloggeri, jonka näytöltä voi myös seurata idätysolosuhteita reaaliajassa. Oikealla näkyvät sensorit mahtuvat idätyskuvun alle. Kuva: Perel Oy.



Kuva 56. Tallentimella mitattu lämpötilan ja valon määrän vaihtelu 21 vuorokauden idätystestin aikana 30 minuutin tallennusväliä. Aikasarja paljastaa poikkeamat asetetuista arvoista.

11 Asiakaspalautteen hyödyntäminen

Siementuotannossa hyvän ja kustannustehokkaan palvelun kehittämisessä avainasemassa on asiakkailta eli siementen, siementen analyysipalvelujen ja siemenerien kunnostuskäsittelyjen ostajilta saatava palaute. Systemaattinen palautteen keruu auttaa kohdentamaan kehittämistoimenpiteet oikein, eli saamaan selville ne asiat, jotka vaativat kehittämistä ja toisaalta myös ne asiat, jotka ovat jo kunnossa ja joihin ei kannata sijoittaa lisää resursseja.

Käytännössä palautetta voidaan kerätä niin, että siementen tai analyysipalvelujen ostajalle lähetetään aina laskun mukana lyhyt kysely kokonaispalvelun ja tilatun tuotteen tai työn laadusta (kuva 57). Vaihtoehtoisesti kyselyssä voidaan käyttää otantaa lähettämällä se satunnaisesti tai systemaattisesti valituille asiakkaille, jolloin kyselystä aiheutuvat kustannukset palveluntuottajalle pysyvät pienempinä (samalla tietysti myös palautteen edustavuus heikkenee). Saatu palaute kirjataan ylös ja siitä tehdään yhteenveto säännöllisin väliajoin. Yhteenvedon perusteella saadaan kokonaiskuva tuotteiden ja palvelun laadusta ja tarvittaessa voidaan ryhtyä toimenpiteisiin niiden parantamiseksi (vrt. Harstela ym. 2006).



Arvoisa Asiakas

Suomen Metsäsiemen Oy haluaa parantaa palvelujen ja työn laatua. Asiakaspalautteen saaminen on tärkeää kehitystyössämme. Toivomme Teidän vastaavan alla oleviin kysymyksiin.

Ostamanne tuote tai palvelu:

- Siemeniä Puulaji: _____
- Idätystestaus / muu analyysi
- Muu, mikä _____

Kouluarvosana saamastanne palvelusta	10	9	8	7	6	5	4
1. Palvelusta tiedottaminen ja markkinointi							
2. Yhteyden saannin helppous							
3. Sovitun aikataulun pitävyys							
4. Yhteydenpito palvelun toteutuksessa							
5. Henkilöstön asiallisuus ja palvelualttius							
6. Henkilöstön asiantuntemus							
7. Tuote / palvelu vastasi odotuksia							
8. Neuvojen saaminen päätöksentekoon							
9. Asiakkaan toiveiden huomioiminen							
10. Hinnan kilpailukykyisyys (sopivuus)							

Haluaisin palvelua ja neuvontaa enemmän seuraavista asioista:

Vapaa sana tuotteesta tai palvelusta:

Asiakaspalautteen tietoja käytetään luottamuksellisesti siementen käyttäjille tarjottavien palvelujen kehittämisessä. Kiitos palautteestanne! Postimaksu on maksettu.

Ystävällisin terveisin Suomen Metsäsiemen Oy

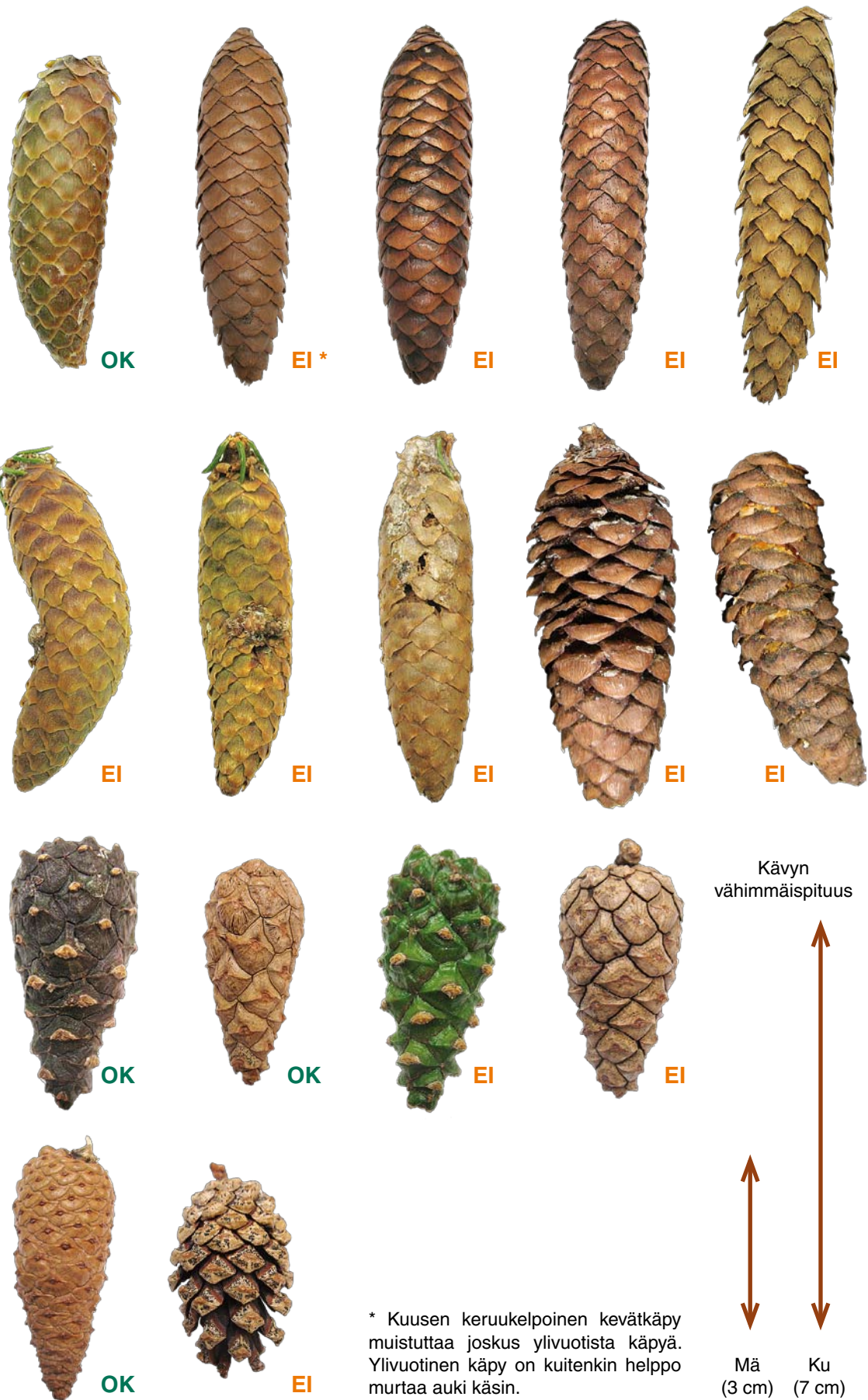
Kirjallisuus

- Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L. & Eriksson, U. 1998. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1530–1535.
- Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. Fröplantager – anläggning och skötsel. *Skogforsk*. 97 s.
- Antola, J., Leinonen, K. ja Niemi, K. 2009. Avomaan siemenviljelysten perustamis- ja hoito-ohjeet. Metlan työraportteja 117. 16 s.
- Fystro, I. 1979. Klenging och fröframstilling. Stencil oktober 1979. Statens skogfröverket, Hamar Norge, 23 s.
- Hagqvist, R. 1989. Kukittamistekniikalla lisää vauhtia kuusen jalostukseen. Summary: Considerable progress in promotion of flowering in Norway spruce. *Metsänjalostussäätiö 1988 -vuosijulkaisu*. ss.19-23, 28-29.
- Hagqvist, R. 1992. Effect of GA4/7 injection on flowering of field grown Norway spruce. Presentation at The Nordic Tree Breeders' Meeting, Oct. 13.-15., 1992. Biri, Norway. Mimeographed 8 p.
- Harstela, P. 2004. Kustannustehokas metsänhoito. Gravita Ky.
- Harstela, P., Helenius, P., Rantala, J., Kanninen, K. & Kiljunen, N. 2006. Tehokkaan toimintakonseptin kehittäminen metsänhoitopalveluun. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö. Metlan työraportteja 23. 67 s.
- International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association (ISTA). Edition 2009.
- ISTA Handbook on Moisture Determination, 1st edition. International Seed Testing Association (ISTA).
- ISTA Handbook on Seed Sampling, 2nd edition. International Seed Testing Association (ISTA).
- Kolotelo, D, Van Steenis, E., Peterson, M., Bennett, R., Trotter, D. & Dennis, J. 2001. Seed Handling Guidebook. British Columbia Ministry of Forests. Tree Improvement Branch.
- Lestander, T. 1984. Analyser av kott och frö från barrträd. Institutet för skogsbättring, Sävar. Skogsträdsförädlingsinformation 1983/84, Nr. 6.
- Lestander, T., Rosvall, O. & Andersson, D.J. 1985. Kontroll av fröutbytet vid klängning av tallkott. Skogsträdsförädlingsinformation 1985/86, Nr. 3.
- Lilja, A. & Himanen, K. 2010. Siementen laatua alentavat sienet. Moniste. Nordgen Metsän tuhoteemapäivä. 18.3.2010. Vantaa.
- Lyijynen, T., Randell, K., Hattula, T. & Ahvenainen, R. 1997. Kalateollisuuden hygieniä ja pakkausopas. VTT Bio- ja elintarviketekniikka. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus.
- Metsätalastollinen vuosikirja 2009. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö. Vammalan Kirjapaino Oy. 452 s.
- Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882. 144 s.
- Rikala, R. 2002. Metsätaimiopas. Taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusosalalle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 881.107 s.
- Rosvall, O. 1995. Klängning. 95–01–30 / 1. Skogforsk.
- Sahlén, K. & Abbing, K. 1995. Effects of artificial environmental conditions on anatomical and physiological ripening of *Pinus sylvestris* L. seeds. *New Forests* 9: 205–224.
- Savonen, E-M. 1999. An improvement to the topographic tetrazolium testing of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. *Seed Science and Technology* 27: 49–57.
- Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2005. Esikäsittelyiden aiheuttamat muutokset kuusen siementen rakenteisiin ja itävyyteen. Tutkimushankkeen loppuraportti. 18 s.
- Ylioja, T. 2007. Metsäpuiden idätystestit – ISTA:n säännöt ja nykykäytännöt. Esitys kutsuseminaarissa. 20.9.2007. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoki.

Liitteet

Liite A Käpyjen keruuhje

1. Kävyt kerätään marras-helmikuussa heti hakkuun jälkeen
 - Keräykseen vaaditaan siemenkeräysilmoitus Eviralle ja maanomistajan lupa
2. Vanhoja, ylivuotisia käpyjä ei kerätä (kts. kuvat).
 - Kuusi: Vanhat kävyt ovat vaaleanruskeita, kuivahkoja, pehmeitä ja ne on helppo murtaa auki käsin. Kämpysuomut ovat yleensä hieman auki (ei sateella) ja niissä näkyy usein tummia pilkkuja. Uudet kävyt ovat vielä osittain vihertäviä tai punertavia ja kovia. Kämpysuomut ovat tiukasti kiinni.
 - Mänty: Vanhat kävyt ovat harmaita, kämpysuomut ovat yleensä hieman auki. Uudet kävyt ovat vihreän ruskeita ja kovia. Kämpysuomut ovat tiukasti kiinni.
3. Alle 7 cm:n (kuusi) ja 3 cm:n (mänty) pituisia käpyjä ei kerätä.
4. Tautisia tai hyönteisten vioittamia käpyjä ei kerätä (kts. kuvat).
5. Kävyt pyritään keräämään poutasäällä.
 - Märät kävyt homehtuvat helposti säkissä.
6. Käpyjä ei kerätä latvuksen alaosista, maasta eikä lumen alta.
 - Siemenen laatu on heikoin latvuksen alaosissa. Maassa ja lumen alla kävyt ovat usein homeisia.
7. Käpyjä ei lasketa maahan keruun eikä varastoinnin aikana.
 - Sadeveden roiskeet maasta edistävät homeiden leviämistä ja kasvua.
8. Käpyjen joukosta poistetaan neulaset, muut roskat, lumi ja jää (tai vältetään niiden keräämistä) ennen säkitystä.
 - Neulaset ja roskat ovat suotuisa kasvualusta homeille. Lumi ja jää kostuttavat käpyjä sulaessaan.
9. Kävyt pakataan uusiin, puhtaisiin voimapaperi-, juutti- tai nylonverkkosäkkeihin. Käpysäkkeihin merkitään lakisäätteiset tiedot (Evira).
10. Kämpysäkit suojataan sateelta ja suoralta auringonpaisteelta. Säkit varastoidaan niin, että ilma pääsee helposti kiertämään niiden välissä (irti maasta / ei toistensa päälle).
 - Kosteus ja lämpö edistävät homeiden kasvua ja siementen vanhenemista.



Liite B Näytteenotto siemenpakkauksesta lokerokairalla

Ohje perustuu ISTA Handbook on Seed Sampling 2nd edition (2004) -kirjaan.

1. Irrota kairan sisäosa (lokeroputki) ja kärkikappale ulkoputkesta ja puhdista osat huolellisesti desinfiointiaineella ennen näytteenottoa. Varmista, että kaikki osat ovat kuivia ja tyhjiä ennen kairan kokoamista.
2. Työnnä kaira lokerot suljettuna varovasti siemenpakkauksen pohjaan asti (kairan työntäminen siemenpakkaukseen voimalla voi vahingoittaa siemeniä mekaanisesti, mikäli pakkaus on aivan täynnä tai siemenet ovat jäässä).
3. Avaa kairan lokerot kokonaan auki lokeroputkea kääntämällä. Pyöritä auki olevaa kairaa (sekä lokero- että ulkoputkea) muutamia millijä edestakaisin, jotta kaikki lokerot täyttyvät varmasti siemenistä.
4. Käännä lokeroputkea varovasti takaisin kiinni kunnes tunnet vastuksen (lokeroiden reunojen ja ulkoputken aukon reunojen väliin jää kairaa suljettaessa siemeniä, jotka vaurioituvat helposti). Älä sulje kairaa väkisin!
5. Vedä kaira ulos siemenastiasta pitämällä lokerot suljettuna.
6. Tyhjä kaira avaamalla lokerot paperiarkin tai sopivan astian (esimerkiksi kairan pituinen metallikouru) päällä. Varmista, ettei lokeroihin jää siemeniä tyhjennyksen jälkeen.
7. Toista kohdat 2-6 kunnes riittävä määrä osanäytteitä on koossa (taulukko 1). Yhden kairan kaikkien lokeroitten sisältö on yksi osanäyte. Osanäytteet voi yhdistää, jos niissä ei näy silmin havaittavia eroja. Varmista, että kaikki pakkaukset, joista otat näytteitä, kuuluvat samaan siemenereään. Sulje ja kiristä siemenpakkauksen korkit huolellisesti heti näytteenoton jälkeen.
8. Puhdista kaira (kohta 1) ja varmista että se on tyhjä, ennen kuin otat näytteitä uudesta siemenereästä.
9. Ota näytteet siemenvaraston sisällä, mikäli se on käytännössä mahdollista.
10. Pienennä osanäytteistä kertyvä kokonaisnäyte sopivan kokoiseksi (idätys- ym. testeissä tarvitaan vähintään 40 g siementä) hyvin puhdistetulla näytteenjakolaitteella. Palauta loput siemenet takaisin pakkauksiin.
11. Kosteusnäyte (50 g siementä) otetaan kokonaisnäytteestä ennen sen puolittamista ja suljetaan välittömästi ilmatiiviiseen pakkaukseen. Pakkaus avataan vasta kun näyte laitetaan siihen.

Taulukko 1. Kun siemenerä on pakkauksissa, joiden koko on välillä 15–100 kg otetaan osanäytteet ao. taulukon mukaan.

Pakkausten / näytteenottoyksiköiden lukumäärä siemenerässä	Osanäytteiden lukumäärä (vähintään / mitä enemmän, sitä parempi!)
1 – 4 pakkausta	3 osanäytettä jokaisesta pakkauksesta
5 – 8 pakkausta	2 osanäytettä jokaisesta pakkauksesta
9 – 15 pakkausta	1 osanäyte jokaisesta pakkauksesta
16 – 30 pakkausta	Yhteensä 15 osanäytettä
31 – 59 pakkausta	Yhteensä 20 osanäytettä
60 tai enemmän	Yhteensä 30 osanäytettä

Kun siemenerä on pakkauksissa, joiden koko on alle 15 kg, pakkaukset yhdistetään näytteenottoyksiköiksi, joiden massa ei ylitä 100 kg. Yksi näytteenottoyksikkö voi siis olla 20 kpl 5 kg:n, 33 kpl 3 kg:n tai 100 kpl 1 kg:n pakkauksia.

Aina kun 100 kg:n raja ylittyy, näytteenottoyksiköiden määrä lisääntyy yhdellä.

Esimerkki:

- 90 kg:n siemenerä, joka on pakattu 1 kg:n pakkauksiin (90 kpl), muodostaa yhden näytteenottoyksikön (< 100 kg).
- 110 kg:n siemenerä, joka on pakattu 1 kg:n pakkauksiin (110 kpl), muodostaa kaksi näytteenottoyksikköä (> 100 kg, < 200 kg).
- 220 kg:n siemenerä, joka on pakattu 1 kg:n pakkauksiin (220 kpl), muodostaa kolme näytteenottoyksikköä (> 200 kg).

Näytteenottoyksikköä pidetään ”pakkauksena” ja osanäytteet otetaan kuten taulukossa 1. Osanäytteet voidaan ottaa siemenerään kuuluvista pakkauksista satunnaisesti tai systemaattisesti; esim. joka kolmas pakkaus jne.

Liite C Siementen jakolaitteen kalibrointi

Ohje perustuu ISTA Handbook on Seed Sampling 2nd edition (2004) -kirjaan.

1. Valitse kalibrointiin kahta erikokoista siementä, jotka voi erotella helposti seulalla (esimerkiksi ohra ja kuusi) ja laske niiden tuhatjyväpainot.
2. Valmista siemenistä standardinäyte sekoittamalla niitä painon perusteella seuraavasti
 - 80 % suurisiemenistä lajia (ohra)
 - 20 % pienisiemenistä lajia (kuusi)
3. Valmista näyte ainakin vuorokausi ennen kalibrointia, jotta se ehtii tasapainottua ympäröivän ilman kosteuden kanssa.
4. Puolita näyte jakolaitteella yhteen kahdeksasosaan ($\frac{1}{8}$). Ota toinen jäljelle jääneistä puolikkaista ja erottele suuret ja pienet siemenet seulalla. Punnitse molemmat lajit ja merkitse tulos ylös (kts. esimerkki).
5. Yhdistä kaikki puolittamisessa syntyneet osanäytteet takaisin standardinäytteeksi ja sekoita.
6. Toista vaiheet 4 ja 5 kymmenen kertaa.
7. Laske molempien lajien prosenttiosuudet kaikista kymmenestä toistosta.
8. Laske tulosten perusteella prosenttiosuuksien keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (SD) molemmille lajeille.
9. Laske binomijakaumaan perustuva teoreettinen keskihajonta todellisille prosenttiosuuksille.
10. Laske tämän perusteella vaihteluvälit keskiarvolle ja keskihajonnalle ja tarkista, ovatko havaittu keskiarvo ja havaittu keskihajonta vaihteluvälin sisällä.

Esimerkki

Vaiheet 4–8.

Toisto	ohra g	kuusi g	yht. g	ohra %	kuusi %	yht. %
1	49,392	12,591	61,983	79,7	20,3	100,0
2	50,152	12,672	62,824	79,8	20,2	100,0
3	50,135	12,399	62,534	80,2	19,8	100,0
4	49,498	12,825	62,323	79,4	20,6	100,0
5	50,730	11,855	62,585	81,1	18,9	100,0
6	50,299	12,562	62,861	80,0	20,0	100,0
7	49,948	12,185	62,133	80,4	19,6	100,0
8	50,645	12,696	63,341	80,0	20,0	100,0
9	49,72	12,259	61,979	80,2	19,8	100,0
10	50,406	12,397	62,803	80,3	19,7	100,0
ka	50,1	12,4	62,5	ka	80,10	19,90
SD	0,455	0,288	0,439	SD	0,445	0,445

Vaiheet 9–10.

Standardinäyte:	20 % kuusen siementä 80 % ohran siementä	tjp. = 5,7 g tjp. = 45 g
	Näytteen koko 500 g (100 g kuusen siementä, 400 g ohraa)	
Osanäyte (1/8):	0,125 × 500 g = 62,5 g	

Teoreettinen keskihajonta:

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{(20 \times)125 / 80 \times [(1-2,0) \times 0,0057 + 0,2 \times 0,045] \times (1-0,125)} \\ &= \sqrt{0,347} \times 0,875 = 0,515\end{aligned}$$

Toleranssi, kun testi tehdään kymmenellä toistolla:

- Keskihajonnalle: $T(SD) = 0,515 \times \sqrt{1,88} = \mathbf{0,706 \%}$
- Keskiarvolle: $T(ka) = 20 \pm 1,645 \times (0,515 / 3,16) = \mathbf{20 \pm 0,268 \%}$

Havaittu:

- Keskihajonta: **0,445 %**
- Keskiarvo: **19,90 %**

Havaittu keskihajonta (0,445 %) on pienempi kuin toleranssi (0,706 %). Samaten havaittu keskiarvo (19,90 %) mahtuu toleranssin ($20 \pm 0,268 \%$) sisälle. Jakolaite toimii siis moitteettomasti.

Liite D Siementen vesipitoisuuden mittaaminen uunimenetelmällä

Ohje perustuu ISTA Handbook on Moisture Determination (2007) ja ISTA International Rules for Seed Testing (2009) –kirjoihin.

1. Vesipitoisuus mitataan kahdesta toistosta, jotka otetaan toisistaan riippumattomina $4,5 \pm 0,5$ gramman suuruisina näytteinä. Anna siementen lämmitä huoneenlämpöiseksi ennen ilmatiiviin näytepakkauksen avaamista.
2. Numeroi mittauksessa käytettävät astiat kansineen pysyvällä tussilla tms. ja merkitse numerot taulukkoon. Astia voi olla ruostumatonta metallia, lasia tai posliinia, kuitenkin enintään 0,5 mm vahvuista (kuva 58). Astiassa tulee olla hyvin istuva kansi. Astian pohjan tulee olla tasainen ja pinta-alaltaan sellainen, että näytettä tulee enintään 0,3 grammaa neliösenttimetriä kohden (pohjan läpimitta tällöin vähintään 4,5 cm).
3. Kuivaa astiat kansineen uunissa (130 °C) tunnin ajan ja jäähdytä niitä eksikaattorissa 30–45 minuuttia ennen mittausta.
4. Punnitse astian ja kannen yhteispaino vähintään kolmen desimaalin tarkkuudella (0,001 g) ja merkitse lukema taulukkoon (M_1).
5. Lisää astiaan pienellä lusikalla $4,5 \pm 0,5$ grammaa siemeniä tasaisena kerroksena, punnitse astian, kannen ja näytteen yhteispaino ja merkitse taulukkoon (M_2). Tuorepaino tulee punnita 2 minuutin kuluessa ilmatiiviin pakkauksen avaamisesta.
6. Laita astiat uuniin 103 °C:een lämpötilaan 17 tunniksi. Laita kannet uunissa astioiden viereen. Astioiden väliin tulee jäädä uunissa niiden läpimitan verran tilaa ilmankiertoa varten. Kuivausaika alkaa, kun uunin lämpötila on näytteiden lisäämisen jälkeen noussut uudelleen 103 °C asteeseen (tavoitelämpötila tulee saavuttaa 30 minuutissa näytteiden lisäämisen jälkeen). Kuivaus kannattaa aloittaa työpäivän lopussa, jolloin se on valmis aamulla.
7. Kun kuivaus on päättynyt, laita kannet nopeasti takaisin astioihin ja siirrä ne uunista eksikaattoriin jäähtymään 30–45 minuutiksi.
8. Punnitse astian, kannen ja näytteen yhteispaino ja merkitse lukema taulukkoon (M_3).
9. Laske näytteen vesipitoisuus kaavalla: $(M_2 - M_3) / (M_2 - M_1) \times 100$. Vesipitoisuus ilmoitetaan kahden toiston keskiarvona yhden desimaalin (0,1 %) tarkkuudella.

Esimerkki:

Toisto	Astia ja kansi Numero	Astian ja kannen yhteispaino (g) M_1	Astian, kannen ja näytteen yhteispaino (g)		Näytteen vesipitoisuus (%) Prosentti
			ennen kuivausta M_2	kuivauksen jälkeen M_3	
A	1	54,210	58,490	58,257	5,444
B	2	55,282	59,645	59,408	5,432
A–B ¹					0,012
Keskiarvo					5,4

¹ Toistojen välinen suurin sallittu poikkeama on männyllä, kuusella ja koivulla 0,3 prosenttiyksikköä (0,5 prosenttiyksikköä, jos näytteen keskimääräinen kosteus on 12 % tai enemmän).



Kuva 58. Siementen kosteuden uunimittauksessa tarvittavat välineet: A) kuivausuuni, B) analysivaaka vähintään kolmella desimaalilla, C) eksikaattori ja D) vähintään 2 kpl kannellisia kuivausastioita ruostumattomasta metallista, lasista tai posliinista. Kuvat: Pekka Helenius.

Liite E Siemennäytteiden rinnakkaistestausohje

Ota kuluvana tai tulevana vuonna myytäväksi tarkoitetuista siemeneristä kaksi siemennäytettä kultakin puulajilta (mänty, kuusi ja koivu, mikäli näitä kaikkia puulajeja on ollut tuotannossa). Yhteen näytteeseen tarvitaan männyllä ja kuusella 100 g siementä ja koivulla 30 g. Näytteiden yhteismäärä on siis $4 \times 100 \text{ g} + 2 \times 30 \text{ g}$. Ota näytteet eri siemeneristä, mutta vain yhdestä pakkauksesta / siemenerä. Sekoita kukin näyte huolellisesti ja jaa se kahteen yhtä suureen puolikkaaseen (50 grammaa männyllä ja kuusella, 15 grammaa koivulla) hyvin puhdistetulla näytteenjakolaitteella tai käsin (katso ohje kääntöpuolella). Vertailun kannalta on tärkeää, että puolikkaat ovat ominaisuuksiltaan mahdollisimman lähellä toisiaan. Tämän takia kuusen ja männyn siemennäytteiden puolittamisessa on suositeltavaa käyttää näytteenjakolaitetta. Koivun siemen ei valu kunnolla näytteenjakolaitteessa, joten se kannattaa puolittaa käsin. Pakkaa toinen puolikas minigrippussiin tai muuhun sopivaan pakkaukseen. Merkitse pussiin lähettäjän tiedot, puulaji ja näytteen numero. Pakkaa näytepussit riittävän vahvaan päällykseen ja postita ne osoitteeseen:

Sinikka Köylijärvi
Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Kasvianalytiikkayksikkö
PL 111 (Tampereentie 51)
32201 Loimaa

Laita kuoreen merkintä: METSÄPUIDEN RINNAKKAISTESTAUS

Analysoi jäljelle jääneistä puolikkaista 1) puhtaus, 2) tuhatjyväpaino, 3) itämistarmo, 4) itämisprosentti omassa laboratoriossanne normaalin analyysirutiinin mukaisesti ja merkitse tulokset testin päätyttyä oheiselle lomakkeelle (testin aikana voit käyttää omaa idätystestauslomakettanne). Männyllä itämistarmo ja -prosentti ilmoitetaan 7 ja 21 vrk:n, kuusella 10 ja 21 vrk:n ja koivulla 7 ja 14 vrk:n kohdalla. Ilmoita myös epänormaalisti itäneiden, tyhjien ja toukkaisten siementen osuudet kussakin näytteessä. Idätystestiolosuhteita (lämpötila, valaistus jne.) on syytä tarkkailla idätystestin aikana ja kirjata ylös mahdolliset poikkeamat sekä muut havainnot. Postita tuloslomakkeet Sinikka Köylijärvelle Eviraan yllä mainittuun osoitteeseen testin valmistuttua. Evira raportoi vertailun tulokset siementuottajalle niiden valmistuttua ja antaa tarvittaessa palautteen. Rinnakkaistestauksen hinta oli syksyllä 2009 75 euroa näytteeltä.

Huom. Rinnakkaistestauksesta on sovittava aina etukäteen Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran Loimaan kasvianalytiikkayksikön kanssa.

Näytteen jakaminen käsin:



1. Kaada siemennäyte kasaksi tasaiselle ja puhtaalle pöydälle. Sekoita kasa huolellisesti esimerkiksi tasakärkisellä lusikalla tms.



2. Jaa kasa esimerkiksi viivoittimella ensin pitkittäin kahteen puolikkaaseen ja tämän jälkeen vielä poikittain, jolloin saat neljä yhtä suurta "viipaletta". Siirrä jaettavat osat alussa riittävän kauas toisistaan, jolloin niiden jakaminen edelleen on helpompaa (kohta 3).



3. Jaa jokainen viipale vielä kahteen yhtä suureen osaan. Poista joka toinen viipale (1, 3, 5 ja 7) pöydältä ja yhdistä ne puolikkaaksi A. Yhdistä pöydälle jääneet viipaleet 2, 4, 6 ja 8 puolikkaaksi B.



METLA

Metsäpuiden siemennäytteiden rinnakkaistestaus		
Laboratorio ja analyysin suorittaja:		
Puulaji:	Tuleentumisvuosi:	Näytteen numero:

Analyysitulokset				
PUHTAUS:			Analysointi pvm.	
Työnäytteen alkupaino	Puhtaita siemeniä (A)	Roskia (B)	Muiden lajien siemeniä (C)	Ositteiden A, B ja C yhteispaino
g	g	g	g	g
	%	%	%	
Roskien laatu:				

TUHATJYVÄPAINO: g, pvm.:	Menetelmä / laskentatapa:
---------------------------------	---------------------------

IDÄTYS:		Alkoi (pvm.)	päättyi (pvm.)				
Idätysalusta, kasvatuskaappi / allas:		Idätyslämpötila:	°C				
		Päivänpituus (= valot päällä):	tuntia				
Toistoja (kpl):		Siemeniä (kpl) / toisto:					
Luentapäivät (vuorokausia testin alusta):		Käytetty normaalisti itäneen siemenen määritelmä:					
Kerranne	Normaalisti itäneet, kpl	Epänormaalisti itäneet, kpl	Itämättömät yhteensä, kpl	Itämättömien arviointi, kpl			
				Tyhjät	Toukalliset	Muut	Terveet
1							
2							
3							
4							
Keskiarvo							
Testatut toistot lasketaan tähän 100 siemenen kerranteina, yhdistetään tarvittaessa kaksi 50 kpl toistoa tai neljä 25 kpl toistoa. Kerranteiden määrä voi olla normaalikäytäntönne mukainen.							

Itämistarmo _____ vrk: _____ %	Itämiskapasiteetti _____ vrk _____ %
--------------------------------	--------------------------------------

Huomioita siemenistä (esim. homeiden esiintymisestä epänormaaleissa taimissa tai kuolleiden pilaantumisesta), idätysolosuhteista tms.

Liite F Idätystestauksen yhtenäistämishoje

IDÄTYSTESTAUKSEN YHTENÄISTÄMINEN KAUPALLISISSA METSÄPUIDEN SIEMENLABORATORIOISSA

1. Männyllä ja kuusella idätystesti tehdään vakiolämpötilassa (20 ± 2 °C) ja pitkän päivän olosuhteissa (16 - 18 tuntia valot päällä / 8 - 6 tuntia valot pois). Valaistusvoimakkuus säädetään 1000 ± 500 luksiin ja luonnonvalon vaikutus suljetaan mahdollisimman hyvin pois.
Koivulla käytetään vaihtolämpötilaa 20 ± 2 °C / 30 ± 2 °C.
2. Männyn ja kuusen idätystestissä käytetään 400 siementä jaettuna neljään (4×100 siementä), kahdeksaan (8×50 siementä) tai kuuteentoista (16×25) toistoon. Laskennassa 50 tai 25 siemenen toistot yhdistetään sadan siemenen toistoiksi.
3. Normaalisti itäneet siemenet lasketaan ja poistetaan idätysalustalta 7, 10, 14 ja 21 vrk kohdalla. Näiden päivien itämisprosentit ilmoitetaan myös siementen myyntipakkauksessa.
4. Männyn ja kuusen siemen tulkitaan itäneeksi, kun sirkkavarren ja juuren yhteispituus on yhtä suuri tai suurempi kuin $4 \times$ siemenkuoren pituus.
5. Normaalisti ja epänormaalisti itäneiden siementen tulkinnassa käytetään Metsäntutkimuslaitoksen ja Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran julkaiseman Siementen tulkinta idätystestissä kuusella (*Picea abies*) ja männyllä (*Pinus sylvestris*) -ohjeen uusinta versiota.
6. Epänormaalisti itäneet siemenet arvioidaan ja luetaan vasta viimeisellä laskentakerralla. Pahasti homehtuneet ja pilaantuneet siemenet ja taimet poistetaan kuitenkin jo aiemmin, ettei home leviä viereisiin siemeniin tai taimiin.
7. Raudus- ja hieskoivun analysoinnissa luovutaan puhtauden ja tuhatjyväpainon määrittämisestä. Näillä lajeilla itävyys ilmaistaan itäneiden siementen lukumääränä painoyksikköä kohti ($4 \times 0,1$ g).
8. Raudus- ja hieskoivulla siemen tulkitaan normaalisti itäneeksi, kun sirkkajuuri, -varsi ja -lehdet ovat kehittyneet normaalisti. Sirkkataimi voidaan hyväksyä normaaliksi myös silloin, kun siinä on lievää pinnallista tummumista tai pinnallisia väröttömiä laikkuja. Parantuneet pinnalliset halkeamat tai varren löysä kierteisyys eivät myöskään estä hyväksymistä. Kahden sirkkalehden pinta-alasta vähintään puolet on oltava kunnossa (50 % sääntö). Sirkkalehtien kiinnittymiskohdan on aina oltava vioittumaton. Sirkkalehtiä voi olla kolme, tai jos toinen sirkkalehti puuttuu kokonaan, on kasvupisteen oltava vioittumaton. Sekundääriset juuret eivät korvaa vioittunutta pääjuurta.
9. Idätysolosuhteita seurataan omavalvonnalla.

PERUSTELUT

1. ISTA:n ohjeesta kuusen osalta poiketen

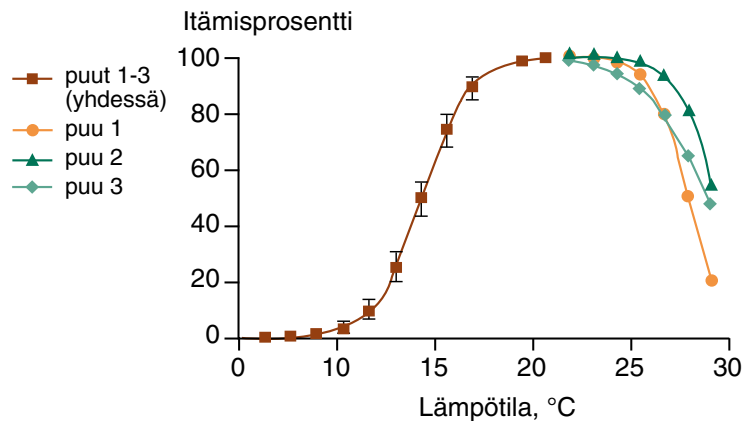
ISTA:n ohjeissa idätys voidaan tehdä männyllä joko vakio­lämpötilassa (20 °C) tai vaihtuvassa lämpötilassa (20 °C / 16 tuntia, 30 °C / 8 tuntia). Kuusella ja koivulla idätys voidaan ohjeen mukaan tehdä vain vaihtuvassa lämpötilassa (20 °C / 30 °C). ISTA:n ohjeissa vaihtuva lämpötila on annettu oletusarvoksi suurimmalle osalle puulajeja niiden luontaisesta levinneisyyalueesta riippumatta, ellei toisin ole voitu osoittaa.

Kuusen itämislämpötilaa käsittelevissä tutkimuksissa vakio­lämpötila (20 °C) on kuitenkin antanut saman (Kamra 1967, Simak ja Kamra 1970) tai paremman (Bergsten 1989, Leinonen et al. 1993) itävyystuloksen kuin vaihtuva lämpötila (20 °C / 30 °C). Myös Prochazkovan (FGMRI tsekki, suull.) tutkimuksissa osa kuusen siemeneristä iti paremmin vakio- kuin vaihtolämpötilassa, minkä arveltiin johtuvan näiden erien pohjoisesta alkuperästä. Homeiden kasvu on vaihtuvassa lämpötilassa voimakkaampaa kuin vakio­lämpötilassa.

Edellä mainituista syistä männyllä ja kuusella käytetään 20 °C vakio­lämpötilaa. Koivun siemen itää täydellisesti 25–30 °C lämpötilassa (Mork 1951, Govorukha & Mamajev 1971), joten sillä käytetään ISTA:n suosittelemaa vaihtolämpötilaa 20 / 30 °C.

Männyn (Sarvas 1950), kuusen (Leinonen ja de Chantal 1998) ja koivun (Nygren 1987) siemen itää paremmin valossa kuin pimeässä. Valossa idut kehittyvät myös paremmin arvioitaviksi kuin pimeässä. Vakio­lämpötilassa (20 °C) tehty tutkimus päivänpituuden vaikutuksesta antoi saman itävyystuloksen 8 ja 24 tunnin valojaksoilla sekä männyllä että kuusella (Kamra 1967). Leinosen (1995) mukaan 24 tunnin valojakso sen sijaan hidasti itämistä kuusella lievässä kuivuusstressissä ja optimia alhaisemmassa lämpötilassa. Valoa siis tarvitaan, mutta liian pitkä valojakso voi toisaalta olla myös itämistä hidastava stressitekijä.

Valojaksona on turvallisinta käyttää kaikilla kolmella puulajilla 16–18 tuntia, joka on luontainen päivänpituus huhti-toukokuussa. Luonnonvalon sulkeminen pois toimimalla ikkunattomassa huoneessa tai estämällä päivänvalon pääsyn idätyshuoneeseen testin aikana antaa vertailukelpoisia tuloksia ympäri vuoden (riippumattomuus luontaisen päivänpituuden vaihtelusta).



Kuva 1. Kolmesta eteläsuomalaisesta kuusiyksilöstä kerättyjen siementen itämisprosentti (21 vrk) eri lämpötiloissa (Leinonen 1993).

2. ISTA:n ohjeen mukaan *

Taulukko 1. Idätystestissä käytettävän siemenmäärän vaikutus idätystuloksen luottamusväliin eri itävyyksillä (Nygren 2003).

	Siementen kokonaismäärä testissä			
	100	200	400 *	1000
Mitattu itävyyssprosentti	Erän todellinen itävyyssprosentti osuu ao. luottamusvälille 95:ssä tapauksessa sadasta			
100	96-100	98-100	99-100	99-100
99	95-100	97-100	97-100	98-100
98	93-100	95-99	96-99	97-99
97	91-99	94-99	95-98	96-98
96	90-99	92-98	94-97	95-97
95	88-98	91-97	92-97	94-96
94	87-98	90-97	91-96	92-95
93	86-97	88-96	90-95	91-94
92	85-97	87-95	89-94	90-94
91	83-96	86-94	88-94	89-93
90	82-95	85-94	87-93	88-92
...
80	71-87	74-85	76-84	77-82
70	60-79	63-76	65-74	67-73
60	50-70	53-67	55-65	57-63
50	40-60	43-57	45-55	47-53

3. ISTA:n ohjeen mukaan (pl. itämispersenttin ilmoittaminen)

Poistamalla itäneet siemenet useammin kuin vain kaksi kertaa (7 ja 21 vrk) idätysalustalta estetään niitä häiritsemästä mekaanisesti tai kemiallisesti viereisiä, hitaammin itäviä siemeniä. Laskenta on tällöin myös helpompaa ja nopeampaa.

Siemenen käyttäjä voi tarkemmin arvioida siemennerän laatua, kun sen itämispersentti on tiedossa usealta eri ajankohdalta (ISTA:n ohjeissa siemennerälle ilmoitetaan vain 21 vrk:n itämispersentti).

4. ISTA:n ohjeen mukaan.

ISTA:n ohjeissa suurimmalla osalla lajeja siemen määritellään normaalisti itäneeksi vasta kun sirkkataimen kaikki osat (sirkkajuuri, -varsi ja -lehdet) voidaan arvioida normaalisti kehittyneiksi. Epigeeisesti itävien paljassiemenen puulajien (mm. havupuut) kohdalla ohjeissa tehdään niiden siemenen rakenteen takia kuitenkin poikkeus; siemen tulkitaan normaalisti itäneeksi jo silloin, kun sirkkajuuren ja -varren yhteenlaskettu pituus on ≥ 4 kertaa siemenkuoren mittainen. Havupuiden erilaisen määrityspäätöksen muuttaminen edelleen (1–3 kertaa siemenkuoren mitta) johtaa kuitenkin helposti itäneen siemenen jatkokehityskyvyn yliarviointiin (*”Normaalisti itäneen siemenen tulee osoittaa kykyä jatkaa kehitystään tyydyttäväksi taimeksi suotuisassa maaperässä ja suotuisissa valo-, lämpötila- ja kosteusoloissa”* ISTA), hitaasti ilmenevien poikkeamien tai epämuodostumien havaitsematta jäämiseen, ja tätä kautta myös epäluotettavaan itävyytuloksen. Loppuitävyyden lisäksi erityisesti testin ensimmä-

mäisten luentakertojen (7 ja 10 vrk) itämisprosentti eli erän itämisnopeudeksi tulkittava tulos on herkkä käytettävälle kriteerille. Itämisnopeudeksi ilmoitettavalla tuloksella on puolestaan suuri merkitys etenkin taimitarhasiemenen hankinnassa. Tämän takia on tärkeää, että kaikki laboratoriot käyttävät luokittelussa samaa kriteeriä.

5. ISTA:n ohjetta muokattu ja täydennetty kuuselle ja männylle

Normaalisti ja epänormaalisti itäneiden siementen luokittelu on tarkoitus saada objektiivisemmaksi ja yhtenäisemmäksi esimerkkikuvien ja niihin liittyvien selitysten avulla. Ohje on julkaistu ja käyty läpi Metsäntutkimuslaitoksen ja Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran järjestämän koulutuspäivän yhteydessä Loimaalla 9. joulukuuta 2009. Ohjetta päivitetään tarvittaessa ja päivitetty ohje lähetetään siemenlaboratorioihin.

6. ISTA:n ohjeen mukaan.

Osa idätystestin aikana epänormaaleilta näyttävistä iduista voidaan luokitella normaaleiksi testin lopussa jos esimerkiksi sirkkavarren silmukka on oiennut.

Homehtuneista siemenistä poistetaan testin kuluessa vain ne, jotka ovat vaarassa levittää homeita viereisiin siemeniin. Näin estetään homeen leviäminen jo ennen testausta infektoituneesta siemenestä (primääri-infektio) terveeseen siemeneseen testin aikana (sekundääri-infektio).

7. Koivuilla puhtauden ja tuhatjyväpainon määrittäminen on kohtuuttoman työlästä eikä niiden ilmoittaminen ole lakisääteistä. Erän puhtaus voidaan arvioida välillisesti, kun itävyys määritetään painoysikköä kohti (ns. grammaitumenetelmällä).

8. Koivuilla normaalisti itänyt siemen määritellään sanallisesti, kunnes tulkintaohje saadaan täydennettyä myös koivun kuvilla.

9. Omavalvonnalla varmistetaan, että idätysolosuhteet (lämpötila, valo, kosteus) pysyvät tavoitteessa ja laitteet toimivat moitteettomasti koko idätystestin ajan.

Viitteet

- Bergsten, U. 1989. Temperature tolerance of invigorated seeds of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. using the TTGP-test. Swedish university of agricultural sciences. Department of silviculture, Seed laboratory. 21 s.
- Govorukha, G.I. & Mamajev, S.A. 1971. Effect of temperature conditions on the germination and germinative energy of seeds of common birch and white birch of different geographic origins. *Ekologiya* 3: 47-52.
- International Rules for Seed Testing. Edition 2009. International Seed Testing Association (ISTA).
- ISTA handbook on Seedling Evaluation, Third Edition 2006, Amendments 2009, ISTA Germination Committee.
- Kamra, S.K. 1967. Comparative studies on the germination of Scots pine and Norway spruce seed under different temperatures and photoperiods. *Studia Forestalia Suecica* 51.
- Leinonen, K., Nygren, M. & Rita, H. 1993. Temperature control of germination in the seed of *Picea abies*.

- Scandinavian Journal of Forest Research 8: 107 - 117.
- Leinonen, K. & Rita, H. 1995. Interaction of prechilling, temperature, osmotic stress and light in *Picea abies* seed germination. *Silva Fennica* 29(2).
- Leinonen, K. & de Chantal, M. 1998. Regulation of *Picea abies* seed dormancy by red and far-red light at various moisture contents. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 43-49.
- Mork, E. 1951. Factors influencing germination of seed from *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula verrucosa* and *B. pubescens*. *Medd. Norske Skogsförsöksvesen* 38: 161-173.
- Nygren, M. 1987. Koivun siemenen itämisekologiaa. *Sorbifolia* 18: 17-20.
- Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882.
- Sarvas, R. 1950. Effect of light on the germination of forest trees. *Oikos* 2: 109-119.
- Simak, M. & Kamra, S.K. 1970. Germination studies on Norway spruce (*Picea abies*) seed of different provenances under alternating and constant temperatures. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* Vol. 35 (2).
- Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2000. Structures contributing to the completion of conifer seed germination. *Trees* 14: 191-197.