



# **Jalojen lehtipuiden siementen käsittely**

**Kirjallisuustarkastelu**

**Kyösti Konttinen**



16. 11. 95

# **Jalojen lehtipuiden siementen käsittely**

## **Kirjallisuustarkastelu**

**Kyösti Konttinen**

Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema

---

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 573  
1995

Konttinen, K. 1995. Jalojen lehtipuiden siementen käsittely. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 573. 49 sivua + liite. ISBN 951-40-1474-X, ISSN 0358-4283.

Kirjoittajan yhteystiedot:

Kyösti Konttinen

puhelin (979) 513 811

Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema,

Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Julkaisija:

Metsäntutkimuslaitos.

Hyväksynyt tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 18.9.1995.

Tilaukset:

Metsäntutkimuslaitos, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki

puhelin (90) 857 051, fax (90) 625 308

Kannen kuva: Erkki Oksanen

Taitto: Ritva Kaipainen

# Sisällys

<b>1. Johdanto</b>	5
<b>2. Siemen ja siemenen elinkyky</b>	6
<b>3. Siementen kosteus ja varastointi</b>	7
3.1 Siementen kosteuspitoisuuden määrittäminen	7
3.2 Siementen kuivaus	8
3.3 Varastointi	9
3.4 Varastointilämpötila ja siementen kosteuspitoisuus	9
3.5 Ilman kosteus	10
<b>4. Siemenen dormanssi eli lepotila</b>	11
4.1 Erityyppiset lepotilat	12
<b>5. Siementen esikäsitteleminen</b>	14
5.1 Mekaaninen käsittely	14
5.2 Kuumavesikäsitteleminen ja liotus	14
5.3 Rikkihappokäsittely	15
5.4 Kemialliset käsittelyt	16
5.5 Muita käsittelyjä	17
5.6 Stratifiointi	17
5.6.1 Kylmäkäsitteleminen	17
5.6.2 Lämpökäsittely	19
<b>6. Siementen testaus</b>	20
6.1 Elinkyvyn testaus	20
6.1.1 Siemenen halkaisu	20
6.1.2 Vetyperoksiditesti	21
6.1.3 Testi irrotetulla alkiolla	21
6.1.4 Röntgenkuvaus	21
6.1.5 Värjäystestit	22
6.2 Idätystestit	22
<b>7. Puulajikohtaiset siementen käsittelymenetelmät</b>	24
7.1 Vaahterat ( <i>Acer</i> )	24
7.2 Pähkinäpensaat ( <i>Corylus</i> )	26
7.3 Saarnet ( <i>Fraxinus</i> )	27
7.4 Tuomet, kirsikat ( <i>Prunus</i> )	30
7.5 Tammet ( <i>Quercus</i> )	33
7.6 Pihlajat ( <i>Sorbus</i> )	35
7.7 Lehmukset ( <i>Tilia</i> )	37
7.8 Jalavat ( <i>Ulmus</i> )	40
7.9 Hevoskastanjat ( <i>Aesculus</i> )	41
7.10 Valkopyökkit ( <i>Carpinus</i> )	42
7.11 Pyökkit ( <i>Fagus</i> )	43
7.12 Jalopähkinät ( <i>Juglans</i> )	44
<b>8. Kirjallisuus</b>	46
<b>9. Liite</b>	



# 1. Johdanto

Lehtipuusekametsien suosiminen ja jopa jalojen lehtipuiden palauttaminen metsiimme ovat olleet esillä metsien monimuotoisuudesta viime vuosina virinneessä keskustelussa. Jalot lehtipuut ovat lähes kokonaan hävinneet metsistämme ilmastomuutosten, kuusettumisen ja pellonraivauksen vuoksi. Tähän julkaisuun on koottu jalojen lehtipuiden siementen käsittelyä koskevaa tietoa pääasiassa ulkomaisista käsikirjoista ja tutkimustuloksista, koska suomalaisia tätä aihetta käsitteleviä artikkeleita on hyvin vähän. Kotimaisten jalojen lehtipuiden suvuista on käsitelty myös sellaisia lajeja, jotka eivät luontaisesti meillä kasva. Näin on saatu laajempi tietopohja ja täydellisempi kuva koko suvun siementen käsittelystä. Pihlajia ja tuomia ei varsinaisesti pidetä jaloina lehtipuina. Näiden siemenillä (kuten saarnien ja lehmusten siemenillä) on lepotila, ja ne vaativat esikäsitteilyä. Ulkomaisista jaloista lehtipuista ovat mukana hevoskastanjat, valkopyökkit, pyökkit ja jalopähkinät, koska ne saattavat Etelä-Suomessa 1.– 2. vyöhykkeellä hyvällä kasvupaikalla menestyä koriste- ja puistopuina.

Siementen varastointi, esikäsitteily ja testaus aiheuttavat suurimmat ongelmat. Kaikkien lajien siemeniä ei voi kuivata ja varastoida normaaliin tapaan. Useiden lajien siemenet ovat syvässä lepotilassa eli dormanssissa, mikä vaatii esikäsitteilyä ennen kylvöä ja lisäksi näiden siementen elinkyvyn ja itävyyden testaus on hankalaa.

Julkaisun luvuissa 2 – 6 tarkastellaan siementen käsittelyn yleisiä perusteita ja selostetaan eri käsittelymenetelmiä. Luvussa 7 käsitellään aihetta suvuittain ja lajeittain. Jokaiselle lajille ei anneta yleispätevää käsittelyohjetta, vaan eri tutkimustulosten avulla tuodaan esille useampia käsittelymenetelmiä, joita voidaan käyttää tilanteen ja käytettävissä olevien mahdollisuuksien mukaan. Liitteessä käsittelymenetelmät on koottu taulukoksi puulajittain, vaikka tällaisessa taulukossa asioita joudutaan lyhentämään ja pelkistämään.

Tarkastelua vaikeuttaa kotimaisten kokeiden ja tutkimustulosten puute. Ulkomaiset tutkimustulokset eivät ole aina suoraan sovellettavissa Suomen oloihin. Meillä ulkomaiset puulajit ja kotimaisetkin jalot lehtipuut kasvavat luontaisen levinneisyysalueensa äärilaidalla, jopa sen ulkopuolella. Niinpä ne eivät ole täysin sopeutuneet olosuhteisiimme. Siemen ei valmistu kylminä kesinä lainkaan, ja hyvinäkin siemenvuosina itävyys vaihtelee ja tyhjien siementen osuus voi olla suuri. Ilmastomme ei välttämättä pysty purkamaan siementen lepotilaa. Ongelmana on myös, että ei ole kunnollisia siemenkeräysmetsiköitä. Siemen saatetaan kerätä, mistä sattuu, jopa yksittäisistä puista, jolloin jälkeläistä voi olla itsepölytyksestä johtuen viljelyyn sopimatonta.

Julkaisu kuuluu metsäntutkimuslaitoksen tutkimushankkeeseen ”Ulkomaisten puulajien ja erikoispuiden kasvatusta (3018)”. Dos. Markku Nygren on antanut monia arvokkaita neuvoja työn aikana. Lisäksi käsikirjoituksen ovat lukeneet kommentteja tehden MMK Pentti Alanko, lehtori Seija Lehtinen, Mh Jukka Reinikainen, MMTHeikki Smolander ja Mh Pekka Rossi. Parhaat kiitokset kaikille työssä avustaneille.

## 2. Siemen ja siemenen elinkyky

Siemenen alkuperäinen tehtävä on toimia kasvin levittäjänä ja turvata lajin säilyminen. Irrotessaan emokasvista siemenet ovat kullekin lajille tyyppillisessä lepovaiheessa. Siemen voi olla jo hyvin kuiva. Useimmat siemenet kestävät melko hyvin äärimmäisissäkin olosuhteissa ajan ja ympäristön tuhoja ja säilyttävät elinvoimansa. Ennätys lienee arktisella lupiinilla (*Lupinus arcticus*), jonka siemeniä on löydetty jääliejasta Yukonista Kanadasta 1954. Siemenien iäksi määriteltiin radiohiilimenetelmällä 10 000 – 15 000 vuotta, mutta ne pystyivät vielä tuottamaan normaaleja kasveja. (Roberts 1979).

Elinvoimaisina säilymään pystyvät siemenet voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

– Orthodox eli siemenet, joiden kehityksen loppuvaiheeseen kuuluu kuivuminen. Ne voidaan kuivata n. 5 %:n vesipitoisuuteen, ja niitä voidaan varastoida menestyksellisesti pitkiä aikoja alle 0 °C:n lämpötilassa. Tästä ryhmästä käytetään tässä julkaisussa nimitystä ”kuivat” siemenet. Pääosa siemenistä kuuluu tähän ryhmään. Useimmat tämän ryhmän siemenistä ovat hyvin kovakuorisia. Tähän ryhmään kuuluu myös monia hernekasvien heimoon kuuluvia trooppisia puulajeja. Muutamien näiden sukujen (*Cassia*, *Leucaena*, *Albizia*) siemenet ovat säilyttäneet elinkykynsä herbaariossa kuivassa ilmastossa 100 – 150 vuotta. (Willan 1985).

– Recalcitrant eli siemenet, jotka eivät kuivu kypsymisen aikana, vaan irtaavat emokasvista kosteina. Tätä ryhmää kutsutaan tässä julkaisussa nimellä ”kosteat” siemenet. Nämä siemenet eivät säily elinkykyisinä, jos ne kuivataan alle niille ominaisen suhteellisen suuren vesipitoisuuden (20 – 50 %), eikä niitä voida varastoida pitkiä aikoja menestyksellisesti. (Willan 1985).

Ensimmäisiä siemenen vanhenemisen merkkejä on itämistarmon aleneminen. Itämistarmolla (initial viability) ilmaistaan, kuinka suuri osa siemenistä itää 7 – 10 vuorokaudessa (esim. Nygren 1986). On todettu, että metsäpuiden nopeasti itävistä siemenistä kasvaneilla taimilla on alhaisin kuolleisuus ja paras taimien kasvu. Nämä taimet ovat menestyneet parhaiten myös kuivissa olosuhteissa (Pollock ja Roos 1972). Muita siementen vanhenemisen

merkkejä ovat taimien elinvoimaisuuden heikkeneminen, siemenerän itävyyden aleneminen, epänormaalien taimien määrän (kromosomihäiriöt) ja siementen homeisuuden lisääntyminen (Ryynänen 1986).

Siemenen vesipitoisuus vaikuttaa sen elintoimintoihin ja säilyvyyteen seuraavasti. (Willan 1985, Voipio ym 1993; kosteusprosentti tuorepainosta):

- 45 – 60 – itäminen alkaa
- > 30 – siemen voi alkaa itää sisältämänsä veden turvin
- 18 – 30 – mikrobit voivat aiheuttaa nopean tuhoutumisen
- > 18 – 20 – siemen lämpiää, mikä johtuu nopeasta hengityksestä ja energian vapautumisesta
- > 12 – 14 – sienten kasvua voi esiintyä
- < 8 – 9 – hyönteisten aktiivisuus vähentynyt huomattavasti tai loppunut kokonaan
- 4 – 8 – varastointi suljetuissa astioissa on turvallista
- < 4 – 5 – itävyys saattaa varastoinnin aikana heiketä nopeammin kuin vähän kosteammilla siemenillä

### 3. Siementen kosteus ja varastointi

#### 3.1 Siementen kosteuspitoisuuden määrittäminen

Siemenessä olevan veden määrä ilmoitetaan prosentteina joko siemenen tuorepainosta (siemenen kuiva-aine+vesi) tai kuivapainosta (siemenen kuiva-aine uunikuivatuksen jälkeen). ISTA:n (The International Seed Testing Association) säännösten mukaan kosteus pitäisi mitata aina tuorepainosta (Willan 1985). Tässä julkaisussa esitettävät siemenkosteudet on mitattu tuorepainosta.

Kosteus voidaan määrittää usealla tavalla:

– Uunikuivatuksessa tarvitaan n.17 tunnin kuivatusaika +105 °C:ssa. Siemeniä tarvitaan kaksi 5 g:n erää ja suuret, läpimitaltaan yli 10 mm:n siemenet pitäisi rikkoa pienemmäksi. Kuivauksen jälkeen siemenet laitetaan jäähtymään eksikaattoriin 30 – 45 min:n ajaksi. Sitten siemenet punnitaan, tulosta verrataan punnitustulokseen ennen kuivausta ja lasketaan kosteusprosentti. Punnituspaikan ilman suhteellisen kosteuden pitää olla alle 70%, etteivät siemenet ime lisäkosteutta kuivauksen jälkeen. Tämä menetelmä on virallisesti ISTA:n hyväksymä, ja se antaa tarkan tuloksen. (Bonner 1974, Gordon ja Rowe 1982 ja Willan 1985).

– Tolueenilla (metyylibentseeni) on aikaisemmin käsitelty joidenkin lajien, mm. pyökin, siemeniä, mutta menetelmää voi käyttää vain laboratoriossa.

Vuoden 1981 jälkeen menetelmä ei ole ollut virallisesti käytössä. Tämä menetelmä on tislausmenetelmä, jossa siemenkudos keitetään toluenissa, jolloin kosteus haihtuu ja tiivistyy ja jolloin se voidaan mitata. Menetelmää on käytetty myös uunikuivatuksen kalibrointiin ja tarkistamiseen. (Justice 1972, Bonner 1974, Gordon ja Rowe 1982).

– Sähköisillä kosteusmittareilla saadaan nopea likimääräinen tulos, mutta ne eivät ole riittävän tarkkoja viralliseen käyttöön. Sähköinen mittari on hyödyllinen mm. testattaessa siemenen kosteutta varastoinnin vaatimaa kuivastusta varten. Mittari on kalibroitava erikseen jokaista lajia varten laboratoriossa. Valmistaja on kalibroinut sen tietyille lajeille. Tulos luetaan mittarin mukana tulevasta asteikosta tai kalibrointikäyrältä. Monet mittarit eivät mittaa yli 15 – 20 %:n kosteuksia. Tarvittava siemenmäärä on vähintään 90 – 100 g. Näitä mittareita käytetään yleisesti maatalouskasvien siemenien kosteuden mittaamiseen, mutta niillä ei voi mitata suuria siemeniä, esimerkiksi tammen ja jalopähkinän siemeniä. Siivelliset siemenet, kuten saarnen ja vaah-  
teran, ovat myös hankalia mitata. (Bonner 1974, Willan 1985).

– Suuria ja siivellisiä siemeniä voidaan kuivata mikroaaltouunissa. Jos uuni on esilämmitetty, kuivatusajaksi riittää 5 min. Punnitus on tehtävä 6 minuutissa kuivauksen jälkeen. Suurten, kosteiden siementen (esim. tammi) tulos voi poiketa 7 % ja pienempien siementen (esim. saarni) 2 %, kun sitä verrataan tarkempiin ja hitaampiin mittaamenetelmiin. (Willan 1985).

– Yleisesti käytetty nopea menetelmä on infrapunalampun käyttö. Tässä menetelmässä punnittu siemenenä kuumennetaan infrapunalampulla niin, että se menettää kaiken kosteutensa, mutta ei pala. Kuumennus voidaan tehdä n. 20 minuutissa, ja sitten siemenet punnitaan uudestaan. On olemassa valmiiksi kalibroituja laitteita, joihin kuuluu myös vaaka. (Gordon ja Rowe 1982).

### **3.2. Siementen kuivaus**

Kosteat siemenet voidaan kuivata ulkona hyvin ilmastoidussa katoksessa, ohuena (ei yli 30 cm) kerroksena. Monille ”kosteille” lajeille tämä ulko-kuivaus riittää, koska näillä siemenillä ei pyritä alle 20 %:n kosteuspuitoisuuteen. ”Kuivien” lajien siemenet kuivataan usein pitkäaikaista varastointia varten joko huoneen lämpötilassa tai kuivurilla. Kuivaus on aloitettava matalassa lämpötilassa (+30 °C tai sen alle) ja mieluiten ilmanpuhallusta käyttäen. Mitä kosteampia siemenet ovat ja mitä korkeampaa lämpötilaa käytetään, sitä enemmän vahinkoa tapahtuu. Lisättäessä puhallusilmaa voidaan lämpötilaa vastaavasti nostaa. Kun siemenet ovat alkaneet kuivua ja kosteus on enää 10 %, voidaan lämpötilaa turvallisesti nostaa aina 60 °C:een asti. (Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985).

### 3.3. Varastointi

Jaloista lehtipuista ”kuivia” siemeniä on saarnilla, lehmuksilla, jalavilla, pihlajilla, tuomilla, valkopyökeillä ja osalla vaahteroista. Nämä siemenet voidaan kuivata alhaiseen siemenkosteuteen (n. 10 %), minkä jälkeen niitä voidaan varastoida menestyksellisesti useita vuosia lajista riippuen alle +5 °C:n tai alle 0 °C:n lämpötilassa.

”Kosteat” siemenet, kuten tammien, hevoskastanjoiden ja joidenkin vaahteralajien, eivät säily elinkyisinä, jos ne kuivataan alle 20 – 50 %:n siemenkosteuteen, eikä niitä voida varastoida pitkiä aikoja. Myös jalopähkinöiden, pähkinäpensaiden ja pyökkien siemenet varastoidaan yleensä kosteina, mutta on myös mahdollista kuivattaa ne alle 20 %:n kosteuspitoisuuteen ja varastoida kuivina. ”Kosteat” siemenet säilyvät parhaiten ilmastoidussa, kosteassa varastossa, jonka lämpötila on 0 – +5 °C. Ne voidaan myös sekoittaa kosteaan väliaineeseen turpeeseen, hiekkaan tai vermikuliittiin. On muistettava, että ne tarvitsevat happea varastoinnin aikana. (Stein ym. 1974, Willan 1985).

”Kuivien” siementen varastoinnissa on muutamia perusasioita:

- Kypsä siemen säilyttää elinkykynsä pitempään kuin osittain raakana kerätty ja varastoitu siemen. Joillakin lajeilla myös siemenen lepotila voi vaikuttaa pitkäikäisyyteen.
- Mekaaniset tai fysiologiset (pilaantuminen) vauriot keräyksen ja puhdistuksen aikana aiheuttavat nopean elinkyvyn heikkenemisen.
- Alhainen siemenkosteus ja varastointilämpötila estävät sieni- ja hyönteistuhot. Kuivausvaiheessa +40 – +42°C:n lämpötila tappaa useimmat hyönteiset. Sieni- ja hyönteistuhoja voidaan torjua myös torjunta-aineilla ennen varastointia.
- Kovakuoriset siemenet säilyttävät elinkykynsä pitempään kuin pehmeäkuoriset siemenet.
- Siemenet, joilla on korkea itämistarmo, säilyttävät elinkykynsä pitempään kuin siemenet, joiden itämistarmo on alhainen.
- Lämpötilan tai kosteuden muutokset varastoinnin aikana ovat haitallisia.
- Siemenet varastoidaan suljetuissa, mahdollisimman täysissä astioissa. Siten astian sisällä oleva happi kuluu loppuun ja korvautuu hiilidioksidilla, jolloin myös aerobinen hengitys loppuu.

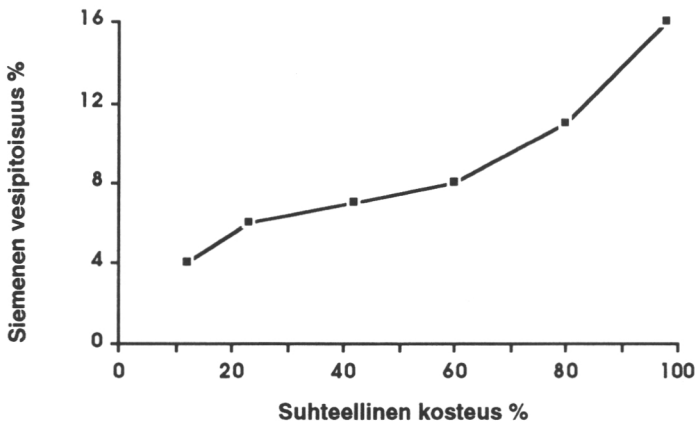
### 3.4. Varastointilämpötila ja siementen kosteuspitoisuus

Maatalouskasvien (mm. sipuli) siemeniä koskee peukalosäntö: Siemenen elinikä kaksinkertaistuu aina, kun lämpötila laskee 5 °C. Tämä säntö toimii välillä +50 – 0 °C. Samoin on johdettu siemenkosteutta koskeva säntö, jonka mukaan siemenen elinikä kaksinkertaistuu aina, kun kosteus pienenee

yhden prosentin. Tämä sääntö pätee, kun kosteus on 14 – 4 % (Harrington 1972). Yleisenä sääntönä voidaan pitää n. 10 %:n siemenkosteutta ja n. 0 °C:n varastointilämpötilaa. Mitä lähempänä 5 %:a on siemenkosteus, sitä lähempänä -18 °C:ta varastointilämpötila voi olla (Gordon ja Rowe 1982). Useimmille lajeille +5 °C on kriittinen lämpötila, jota ei saisi ylittää pitkäaikaisessa varastoinnissa (Uosukainen 1978). Matala varastointilämpötila voi kompensoida suurta siemenkosteutta ja päinvastoin, mutta kosteaa siementä ei voi varastoida liian alhaisessa lämpötilassa, etteivät siemenet jäädy. Jos lämpötila on 0 °C, on kriittinen kosteuden yläraja 20 %, jos lämpötila on -20 °C, kriittinen kosteuden yläraja on 15 % (Willan 1985). Kun siemenen vesipitoisuus on alle 14 %, siemenessä ei enää muodostu soluja rikkovia jääkkeitä (Voipio ym. 1993). Syväjäädetyttyinä varastointi soveltuu monille ”kuiville” siemenille. Kun siemen kuivataan n. 5 %:n siemenkosteuteen, sitä voidaan säilyttää suljetuissa astioissa -18 – -20 °C:n lämpötilassa hyvin pitkiä aikoja. Useimmat pääviljalajit voivat säilyä näissä olosuhteissa satoja vuosia (Roberts 1979). Kun siemenastia otetaan kylmävarastosta, sitä ei saa avata, ennen kuin siemenen lämpötila on sama kuin ympäristön lämpötila, muuten siementen pinnalle tiivistyy ylimääräistä kosteutta.

### 3.5. Ilman kosteus

Ilman suhteellinen kosteus ilmoittaa ilmassa olevan todellisen vesihöyryn määrän suhteen prosentteina siihen määrään, jonka samassa lämpötilassa oleva ilma voi pidättää vesihöyryä (kyllästymispiste). Vesihöyryn määrä voidaan ilmoittaa grammoina joko kiloa tai kuutiometriä ilmaa kohti tai vesihöyryn osapaineena millibaarina (mbar). Ilman kyky pidättää vesihöyryä riippuu lämpötilasta. Esim. +20 °C:n lämpötilassa 1 kg ilmaa voi pidättää 15 g vesihöyryä. Jos ilmassa on vesihöyryä 7,5 g, on suhteellinen kosteus 50 %. Jos ilman lämpötila on 0 °C, se voi pidättää vesihöyryä vain 3,8 g/kg. (Harrington 1972, Willan 1985, Smolander 1990).

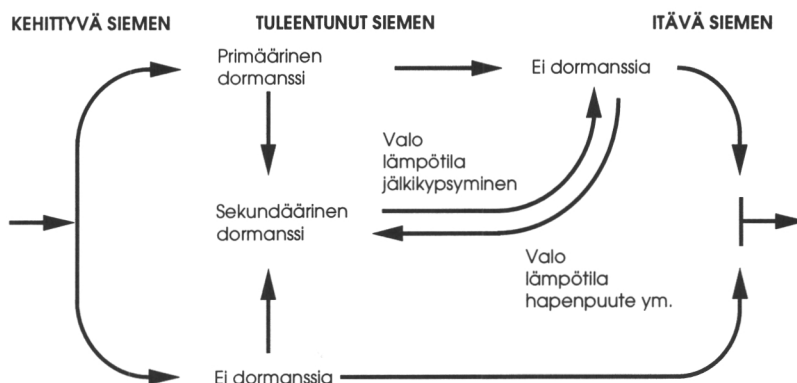


**Kuva 1.** Suhteellisen kosteuden vaikutus kontortamännyn (*P. contorta*) siemenen vesipitoisuuteen. (Nygren ym. 1995)

Varaston ilman suhteellinen kosteus ja siementen vesipitoisuus korreloivat keskenään, mutta siihen vaikuttaa myös lämpötila. Kun ilman suhteellinen kosteus on 35 – 76 %, mm. männyn ja monien maatalouskasvien siemenen sisältämän veden määrä lisääntyy progressiivisesti lämpötilan laskiessa +30 °C:sta – +10° C:een (Willan 1985). Noin 40 %:n suhteellinen kosteus tuottaa n. 12 %:n siemenkosteuden (Gordon ja Rowe 1982). Willanin (1985) mukaan saarnilla 20 %:n kosteus tuotti 6 %:n ja 60 %:n kosteus 12 %:n siemenkosteuden. Suhteellisen kosteuden ja siemenen vesipitoisuuden välinen riippuvuus on nähtävissä myös kontortamännynllä (*P. contorta*) (kuva 1). Jäähdytetyn kylmävaraston suhteellinen kosteus on 50 – 60 % ja vastaava männyn siemenen kosteus 11 – 14 % (Ryynänen 1980). Ellei ole mahdollista säädellä varaston suhteellista kosteutta, on siemenet varastoitava suljetuissa astioissa. Muuten siementen kosteuspitoisuus saattaa nousta varastoinnin aikana liian korkeaksi. Myös ”kosteilla” siemenillä on sama riippuvuus, mutta se ei ole niin voimakas kuin ”kuivilla” siemenillä, eikä kosteuden nousu ole niille niin haitallista.

#### 4. Siemenen dormanssi eli lepotila

Siemenen dormanssi on lepotila, joka estää elinkykyistä siementä itämästä, vaikka olosuhteet olisivat itämiselle suotuisat. Se on luonnon tapa estää siementä itämästä tilapäisesti suotuisissa olosuhteissa. Taimihan saattaisi olosuhteiden taas muuttuessa tuhoutua. Esim. syyskesällä kypsynyt siemen itää vasta seuraavana keväänä. Lepotilan aste vaihtelee samankin puulajin siemenillä leveyspiirin, alkuperän, siemenvuosien ja jopa siemenerien mukaan.



Kuva 2. Siemenen lepotilat ja itäminen. (Mukaeltu; Voipio ym. 1993 ja Savonen 1992).

Alkion fysiologinen lepotila on tavallaan tasapainotila kasvua edistävien hormonien (kuten gibberelliini) ja kasvua hidastavien hormonien (kuten abskissihappo) välillä. Lauhkeassa ilmastovyöhykkeessä tämä tasapaino muuttuu talviaikana alhaisen lämpötilan ja suuren ilman kosteuden seurauksena. Tasapainon muuttuminen laukaisee biokemiallisia mekanismeja alkiossa, johtaa lepotilan päättymiseen ja aineenvaihdunnan käynnistymiseen ja kasvuun (Willan 1985). Tutkimuksissa on todettu, että esim. imeläkirsikalla (*P. avium*) kasvua estävien aineiden määrä (kuten abskissihappo) on suurimmillaan stratifioimattomalla, lepotilassa olevalla siemenellä. Nämä estoaineet häviävät siemenkuoresta jo 2 viikon +20 °C:n lämpökäsittelyn aikana ja alkioista 9 – 12 viikon +3 °C:n kylmäkäsittelyllä (Krawiarz 1970). Stratifioinnin aikana on abskissihapon todettu häviävän myös valkosaarnen (*F. americana*), saksanpähkinän (*J. regia*) ja pähkinäpensaan (*C. avellana*) siemenistä (Mayer ja Poljakoff-Mayber 1975). Kovasta, vettä ja kaasuja läpäisemättömästä siemenkuoresta johtuvan lepotilan päättymiseen luonnossa vaikuttavat monet tekijät: vuodenaika, lämpö ja kylmyys, kuivuus ja kosteus sekä maaorganismit, sienet, happamuus, eläimet ym. Kypsymättömästä alkioista johtuva lepotila päättyy, kun siemenellä on aikaa kypsyä suotuisissa olosuhteissa varisemisen jälkeen. (Willan 1985).

Kun siemen on lepotilassa jo kehittyessään, käytetään termiä primääridormanssi. Jos ulkoiset tekijät, kuten veden puute tai korkea lämpötila aiheuttavat itämiskykyisen siemenen lepotilan (kuva 2), kysymyksessä on sekundääridormanssi (Savonen 1992, Voipio ym. 1993, Mayer ja Poljakoff-Mayber 1975). Tällaista sekundääridormanssia voi esiintyä mm. pihlajilla ja tuomilla.

#### 4.1 Eri tyyppiset lepotilat

Primääridormanssissa esiintyy erilaisia ulkoisen ja sisäisen dormanssin muotoja, jotka voidaan luokitella lehtipuilla seuraavasti (Villiers 1972, Gordon ja Rowe 1982, mukaeltu ja täydennetty):

##### **Ulkoinen dormanssi**

###### *Fysikaalinen dormanssi*

Aiheuttaja: vettä läpäisemätön siemenkuori

Käsittely: siemenkuoren rikkominen tai ohentaminen mekaanisesti tai liotus kuumassa vedessä

Esimerkki: *Robinia ja Laburnum*

###### *Kemiallinen dormanssi*

Aiheuttaja: hidastavia aineita hedelmänkuoressa (inhibiittorit)

Käsittely: hedelmänkuoren poisto, liotus tai kuumavesikäsittely

Esimerkki: *Fraxinus chinensis var. rhynchophylla*

### *Mekaaninen dormanssi*

- Aiheuttaja: hedelmän- tai siemenkuoren mekaaninen este alkion kasvulle  
Käsittely: erilaiset menetelmät kuoren rikkomiseksi tai pehmittämiseksi  
esim. rikkihappo, kiehuva vesi tai lämpö- ja kylmäkäsittely  
Esimerkki: *Eleagnus, Carpinus, Crataegus, Rosa*

### **Sisäinen dormanssi, morfologinen**

#### *Morfologinen dormanssi*

- Aiheuttaja: kehittymätön alkio  
Käsittely: kostea lämpökäsittely  
Esimerkki: esiintyy vain yhdistelmänä muiden tekijöiden kanssa *Fraxinus excelsior, Mangolia, Viburnum*

### **Sisäinen dormanssi, fysiologinen**

#### *Fysiologinen dormanssi*

- Aiheuttaja: heikko itämistä hidastava mekanismi  
Käsittely: lyhyt kylmäkäsittely, 2 – 4 vk, kasvustimulaattorit tai kuiva varastointi  
Esimerkki: *Betula pubescens*

#### *Fysiologinen keskinkertainen dormanssi*

- Aiheuttaja: keskinkertainen itämistä hidastava mekanismi  
Käsittely: pitkä kylmäkäsittely, 1 – 3 kk ja useita muita menelmiä kuten gibberelliinihappokäsittely  
Esimerkki: *Acer plantanoides, nothofagus obliqua*

#### *Fysiologinen syvä dormanssi*

- Aiheuttaja: vahva itämistä hidastava mekanismi  
Käsittely: vain pitkä kylmäkäsittely, yli 3 kk  
Esimerkki: *Sorbus, Chaenomeles, Malus*

### **Morfologisen ja syvän fysiologisen dormanssin yhdistelmä**

- Aiheuttaja: kehittymätön alkio on vahva itämistä hidastava mekanismi  
Käsittely: ensin lämpökäsittely ja sitten kylmäkäsittely  
Esimerkki: *Fraxinus excelsior*  
Aiheuttaja: kehittymätön alkio ja vahva sirkkataimen kasvua hidastava mekanismi, epikotyylidormanssi  
Käsittely: sama kuin edellisessä  
Esimerkki: *Viburnum opulus*

### **Ulkoisen ja sisäisen dormanssin yhdistelmä**

- Aiheuttaja: voi olla erilaisia hedelmän- ja siemenkuoren dormanssin yhdistelmiä sisäisen fysiologisen dormanssin kanssa  
Käsittely: lämpö- ja kylmäkäsittely, mahdollisesti täydennettynä kuumavesi-, rikkihappokäsittelyllä tai kemiallisilla käsittelyillä  
Esimerkki: *Tilia cordata, Fraxinus mandsurica, Rhamnus, Rhus, Cornus Cotoneaster, Crataegus, Prunus*

## 5. Siementen esikäsittely

Lepotilassakin oleva siemen itää, jos sille annetaan riittävästi aikaa. Itäminen on kuitenkin hyvin eriaikaista, ja pisimmillään se voi viedä 2 – 3 vuotta. Tämä on myös luonnon tapa edistää lajin säilymistä. Kun siemenet eivät idä samanaikaisesti, ne eivät myöskään tuhoudu luonnossa niin herkästi. Tällaisten siementen käyttö taimituotannossa on kuitenkin hyvin hankalaa. Esikäsittelyllä siemenet saadaan itämään nopeammin ja samanaikaisesti.

Kovasta siemenkuoresta johtuva lepotila voidaan saada päättymään siemenkuoren mekaanisella käsittelyllä, kuumavesikäsitteilyllä tai happokäsittelyllä.

Kun lepotila johtuu kehittymättömästä alkioista tai itämistä hidastavista aineista alkiossa (inhibiittorit), voidaan lepotila päättää kemiallisella käsittelyllä (mm. gibberelliinit ja sytokiinit) tai stratifioinnilla (lämpökäsittelyllä ja kylmäkäsitteilyllä).

Jos on kysymyksessä yhdistelmälepotila, esim. kova siemenkuori ja kehittymätön alkio, se voidaan saada päättymään joko lämpö- ja kylmäkäsitteilyllä tai happokäsittelyn ja stratifioinnin yhdistelmällä. (Dirr ja Heuser 1987).

### 5.1 Mekaaninen käsittely

Siemenkuori voidaan rikkoa tai sitä voidaan hientaa rummussa tai myllyssä, esimerkiksi betonimyllyssä terävien kivien tai soran seassa. Myllyn hankaavana materiaalina voi olla hiekkapaperia, särjettyä lasia (lasinpalasia), sementtiä tai hankaavia lautasia. Jos käytetään soraa, se on seulottava, jotta se voidaan käsittelyn jälkeen helpommin erotella siemenistä. Tämä menetelmä ei käy pihkaisille siemenille eikä siemenille, joissa on vielä pehmeää hedelmämassaa. Mekaanisen käsittelyn etuna on se, että siemenet jäävät kuiviksi sen jälkeen. On varottava, että käsittely ei ole liian voimakas. Ensin on tehtävä kokeita pienillä siemenillä. Pieniä eria voidaan testata myös käsin hiekkapaperilla tai sähköneulalla (Willan 1985, Bonner ym. 1974). Katajan (*Juniperus*) ja orapihlajan (*Crataegus*) siemenet ovat itäneet nopeasti, kun siemenkuorta on ohennettu niin paljon, että siemenet ovat menettäneet alkuperäisestä painostaan 35 – 45 % ja siemenen on voinut murskata sormien välissä (Baldwin 1942).

### 5.2 Kuumavesikäsitteily ja liotus

Kuumavesikäsitteilyllä pehmenetään siemenkuorta ja liuotetaan kemiallisia hidastusaineita. Ensin pientä siemeniä liotetaan huoneenlämpöisessä vedessä 24 tuntia. Jos huomattava osa siemenistä painuu pohjaan, on koko erä liotettava ensin kylmässä vedessä ja poistettava sitten pohjaan painuneet, turvonneet siemenet, sillä kuuma vesi tappaa ne. Jos näitä ”pehmeitä”

siemeniä on vähän, ei koko erän kylmävesiliotus ole tarpeen. Kovat siemenet laitetaan lämmön kestävään muoviasiaan, ja noin kolme kertaa siemenmäärän tilavuuden verran kiehuvaa vettä kaadetaan siementen päälle. Siemenet jätetään jäähtyvään veteen 24 tunniksi. Jos tämän jälkeen on vielä huomattava osa ”kovia” siemeniä pinnalla, ne erotellaan turvonneista ja käsitellään uudelleen. Turvonneiden siementen erottelu on mahdollista tehdä vedessä sopivankokoisella seulalla (Gordon ja Rowe 1982). Kuumavesikäsitteily on helppo ja turvallinen menetelmä, mutta hankala toteuttaa suurilla siemenmäärillä. Käsitteilyn vaikutus ei ole pysyvä, vaan siemenet on kylvettävä heti käsitteilyn jälkeen.

Aina ei kiehuva vesi ole tarpeen. Joillakin lajeilla on saatu hyviä tuloksia käytettäessä +80 – +90 °C:n vettä, ja liotusaikakin voi olla vain 12 tuntia (Bonner ym. 1974, Willan 1985). Joillekin lajeille riittää 24 tunnin liotus ympäristön lämpötilaisessa vedessä (Willan 1985). Liotus kylmässä, lähes 0 °C:n vedessä on myös nopeuttanut itämistä, mutta tämä ei käy koville siemenille (Bonner ym. 1974). Pitempiaikaisessa liotuksessa, joka tehdään yleensä kylmässä vedessä, on vettä vaihdettava usein tai käytettävä juoksevaa vettä. Liotusaika voi vaihdella siementen mukaan 0,5 – 5 vuorokautteen (Hämet-Ahti ym. 1992).

### 5.3 Rikkihappokäsittely

Liotus väkevöitetystä rikkihaposta ( $H_2SO_4$ ) on tehokas menetelmä fysiologisessa lepotilassa oleville kovalle siemenille. Menetelmää on mahdollista käyttää myös joissakin mekaanisissa lepotiloissa. Joidenkin lajien, esim. isolehtilehmuksen (*T. platyphyllos*) siementä ympäröi sitkeä hedelmänseinä, jota on vaikea poistaa. Silloin on mahdollista käyttää typpihappoa poistamaan hedelmänseinän ennen rikkihappokäsittelyä, mutta se käy vain hyvin harvojen lajien siemenille.

Happokäsittely on suhteellisen vaarallinen menetelmä sekä siemenille että käsittelijöille. On muistettava seuraavat ohjeet:

- On käytettävä paksuja kumikäsineitä, silmäsuojuksia ja suojavaatteita.
- Veden ei saa antaa räiskähtää happoon, tarvittaessa laimennus on tehtävä lisäämällä happoa veteen
- On varmistuttava siitä, että kaikki välineet ovat hapon kestävästä materiaalista. Lasi ja haponkestävät (polyproyleeni) muoviasiat ovat parhaat.

Käytettävän hapon tiheys on 1,84 (95 %). On käytettävä vain tuoretta happoa, jonka teho on paras. Samalla hapolla käsitellään vain yhden siemenen. Happoa käytetään siemeniin suhteessa 2:1 (happoa on kaksi kertaa siementen tilavuuden verran). Ei käsitellä enempää kuin 10 kg siementä yhdellä kertaa. Käsitteilyajan pituus vaihtelee eri lajien ja myös eri siemenerien vä-

lillä. Useimmat lajit vaativat 15 – 60 min:n käsittelyn. Käsittelyajan määrittelyksi pieniä koe-eriä käsitellään hapolla eripituisia aikoja, minkä jälkeen eriä liotetaan huoneen lämpöisessä vedessä 24 tuntia. Käyttöön valitaan se käsittelyaika, joka on antanut vesiliotuksessa eniten turvonneita siemeniä, mutta ei ole vahingoittanut alkioita. Käsittely tehdään 18 – 20 °C:n lämpötilassa. Matalampi lämpötila vaatii pitemmän ja korkeampi lyhemmän käsittelyajan. Kaikkiin eriin on käytettävä samaa suhdetta 2:1, koska suhteen muutos vaikuttaa käsittelyn tehoon. Työ tulee suorittaa vetokaapissa, ja liotusastioiden alla on hyvä olla muovilaatikko valuma-altaana. Hapon ja siementen seosta sekoitetaan tasaisesti ja hellävaraisesti, jotta hapon vaikutus tulee tasaisesti koko siemenerään. Liian voimakas sekoitus nostaa seoksen lämpötilaa. Lämpötila nousee myös, jos käsiteltävien siementen pinnalla on ollut ylimääräistä vettä käsittelyä aloitettaessa. Käsittelyn jälkeen happo kaadetaan toiseen astiaan ja siemenet pannaan suureen määrään kylmää vettä. Veteen voidaan lisätä pieni määrä pesusoodaa, jotta se saadaan lievästi emäksiseksi. Lopuksi siemenet huuhdellaan juoksevassa vedessä 5 – 10 min. Jätehappo on neutraloitava ennen viemäriin laskemista. (Gordon ja Rowe 1982, Bonner ym 1974, Uosukainen 1978).

On yksinkertaisinta käyttää verkkopohjaista tai rei'itettyä astiaa, jossa siemenet lasketaan happoon. Käsittelyn loputtua siemenet vain nostetaan ylös haposta, laitetaan vesiastiaan ja myöhemmin juoksevan veden alle. Käsitelty erä on valmis kylvettäväksi, tai se voidaan kuivata ja varastoida lyhyeksi aikaa. Käsittelyn vaikutus siemeniin on pysyvä. On myös mahdollista tehdä happokäsittely lievempänä, jos pelätään siementen vahingoittumista, ja jatkaa sitten lämpöstratifiointilla. Näin lämpökäsittelyaika lyhenee huomattavasti. (Gordon ja Rowe 1982, Bonner ym. 1974). Ennen työn aloittamista on hyvä tutustua rikkihapon käsittelyohjeeseen. (esim. Rikkihapon käyttöturvallisuustiedote 1993).

#### 5. 4 Kemialliset käsittelyt

Joissakin tapauksissa fysiologisen lepotilan purkamiseen on mahdollista käyttää kemikaaleja. Näitä aineita ovat mm. gibberelliinihappo, sitruunahappo, suolahappo, vetyperoxidi, sytokiinit (kuten kinetiini), etyleeni, tiourea ja kaliumnitraatti. Näillä pyritään itämistä ehkäisevien aineiden vaikutuksen kumoamiseen. Gibberelliinihappoa ( $GA_3$ ,  $GA_4$  ja  $GA_7$ ) on käytetty liuosväkevyyksinä 50 mg/l ja 200 mg/l, käsittelyaika 24 tuntia (Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985).  $GA_3$ :n käyttöväkevyydeksi taas Voipio ym. (1993) suosittavat 200 – 1000 mg/l. Käsittely olisi tehtävä kosteille siemenille. Tioureaa suositetaan käytettäväksi 0,5 – 3 -prosenttisena liuoksena ja enintään 24 tunnin käsittelynä. Kaliumnitraattikäsittelyssä liuosväkevyyden tulisi olla 0,1 – 0,2 %. Kemiallista käsittelyä voidaan käyttää myös happokäsittelyn ( $H_2SO_4$ ) lisänä (Pitel ja Wang 1988). Gibberelliinihappo on nopeuttanut merkittävästi suhteellisen matalassa lepotilassa olevien siementen itämistä. Sillä ei ole voitu korvata kylmäkäsittelyä, mutta se on lyhentänyt varsinkin vaihtuvia

käsittelylämpötiloja vaativien siementen käsittelyaikaa. Liuosväkevyyksistä (500 – 2500 mg/l) suurin väkevyys on antanut parhaan tuloksen. (Nikolaeva ja Judin 1963).

## 5.5 Muita käsittelyjä

Venäläiset ovat tehneet kokeita, joissa siemeniä on käsitelty kuumalla höyryllä. Höyrykäsittely on parantanut mm. metsälehmuksen (*T. cordata*), punasaaren (*F. pennsylvanica*), hapankirsikan (*P. cerasus*), saksanpähkinän (*J. regia*) ja mustajalopähkinän (*J. nigran*) siementien itävyyttä kontrollisiemeniin verrattuna (3 vrk:n liotus ja siemenkuoren mekaaninen rikkominen). Kokeissa siemenet kaadettiin pyörivään rumpuun, johon +143 – +151 °C:n höyry johdettiin 4 – 5 at:n paineella. (Sholokhov ym. 1975).

## 5.6 Stratifiointi

### 5.6.1 Kylmäkäsittely

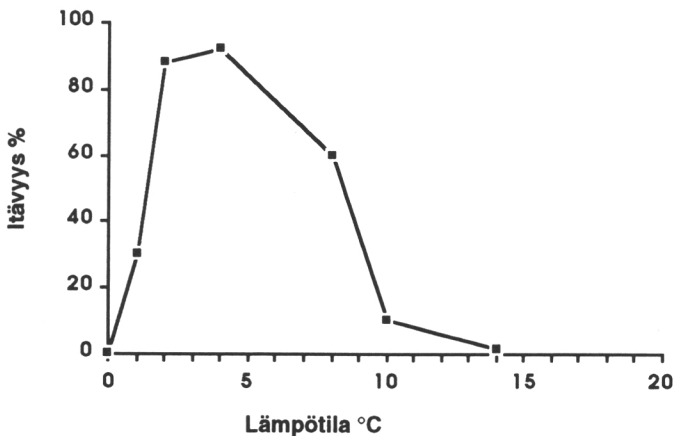
Kylmäkäsiteltävät siemenet sekoitetaan yleensä johonkin väliaineeseen. Parhaat tulokset on saatu käyttämällä seulotun hiekan ja seulotun turpeen seosta (suhteessa 1:1). Siemenet sekoitetaan tähän seokseen suhteessa 1:3 niin, että turve-hiekkaseosta tulee n. 3 kertaa siementien tilavuuden verran. Seos kastellaan huolellisesti niin, että se tulee kokonaan märäksi, mutta vettä ei kuitenkaan tipu. Ennen sekoitusta voi siemenet kastella jo erikseen. Turve lisää kosteuden ja hapen pidätyskykyä. Myös pelkkää seulottua hiekkaa tai kompostia voidaan käyttää väliaineena. Käsittelyn jälkeen siemenet on helppompaa puhdistaa hiekasta kuin turpeesta, jos puhdistaminen on tarpeen. On tärkeää käyttää seulottua väliainetta, sillä näin saadaan tasainen kosteus ja ilmatila koko seokseen. Kosteuden lisäksi ilmastointi on tärkeä, koska siemenet hengittävät: hiilidioksidia syntyy ja happea kuluu. Kosteus saa olla suuri, kunnes siemenet turpoavat. Siementen turpoamisen jälkeen väliaineen sopiva kosteus käsittelyn päättymiseen saakka on 40 – 45 % vedenpidätyskapasiteetista, jotta seokseen jää riittävästi ilmaa.

Varsinkin pienehköjen siemenien parhaita stratifiointiastioita ovat muovipussit (PVC-muovi), joiden seinämän vahvuus on 0,1 mm. Ohuempi materiaali päästää läpi kosteutta ja paksumpi materiaali taas ehkäisee kaasujen läpimenon. Kostea seos suljetaan tiiviisti pussiin ja varastoidaan +1 – +5 °C:n lämpötilaan. Alle 0 °C:n lämpötila on tehoton (kuva 3). Käsittelyn aikana pussit käännellään viikoittain ja avataan 2 – 3 viikon välein kosteus- ja happitilanteen tarkistamiseksi. Alkoholin tuoksahdus on merkki anaerobisesta hengityksestä ja hapen puutteesta, jolloin pussit on avattava ja ilmastoitava. (Gordon ja Rowe 1982, Bonner ym. 1974, Hämet-Ahti ym. 1992, Shumulina 1940).

On mahdollista stratifioida myös ilman väliainetta. Hyvin kastellut siemenet laitetaan paljaaltaan muovipussiin, pussi suljetaan löysästi niin, että pussiin jää ilmatilaa. Pussien säännöllinen, huolellinen tarkistus on tärkeää, koska tässä menetelmässä hapen loppuminen on vielä suurempi ongelma kuin väliainetta käytettäessä (Bonner 1974). Ilman väliainetta stratifioidut imeläkirsikan (*P. avium*) siemenet ovat itäneet paremmin kuin väliaineen kanssa stratifioidut (Muller 1993).

Jos ei käytetä muovipusseja, stratifiointi voidaan tehdä suurissa konteissa tai tynnyreissä. Siemenet voidaan sotkea väliaineeseen samoin kuin muovipussimenetelmässä, tai ne voidaan pitää väliaineesta erillään kangassäkeissä. Siemenet ja kostea väliaine (turve) ladotaan kerroksittain niin, että siemenkerroksen paksuus on n. 4 cm ja turvekerroksen n. 10 cm. Tynnyrin pohjan on oltava rei'itetty, ja se asetetaan koholle lattiasta. Tynnyrin päälle pannaan tiivis kansi, mutta kannen ja päällimmäisen turvekerroksen väliin on jäätävä ilmatila. Stratifiointia tarkkaillaan viikoittain ja turvetta kastellaan tarvittaessa. Jos käsittely jatkuu yli kuukauden, astia tyhjenetään, tarkistetaan siementen kunto, onko hometta tai kuivia kohtia, ja astia täytetään uudelleen. Lämpötilana pidetään koko ajan +1 – +5 °C (Bonner ym 1974). Joillakin lajeilla on saatu hyviä tuloksia myös käyttämällä +10 °C:n lämpötilaa (Bonner ym. 1974). Kylmäkäsittely voidaan korvata syyskylvölä, ja näin kannattaa tehdä aina, kun se on mahdollista.

Kylmäkäsittelyyn voidaan yhdistää myös polyetyleeniglykolin käyttö. Polyetyleeniglykolia (PEG 6000) käytetään puutarhakasvien osmoottisessa itämisen käynnistämiseksi. Liuos on suurimolekyylinen yhdiste, joka ei pysty tunkeutumaan soluseinien läpi. Se sallii siemenen turpoamisen ja elintoimintojen kiihtymisen, mutta ei salli sirkkajuuren esiinkasvua (Roberts 1979,



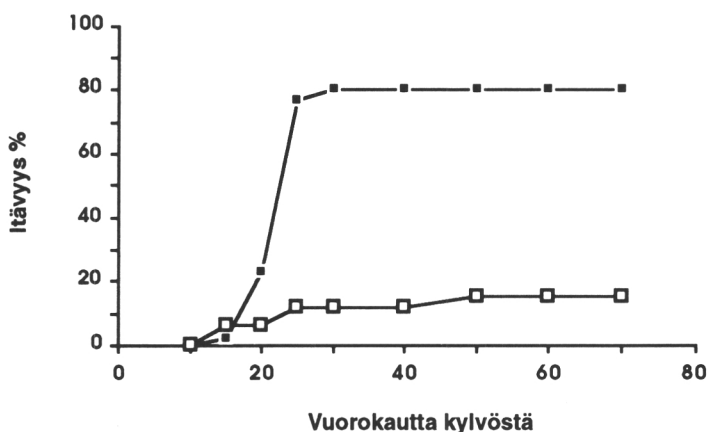
**Kuva 3.** Kylmäkäsittelylämpötilan vaikutus omenalajikkeiden (*Malus*) turvonneiden siementen itävyyteen. Siemeniä on pidetty 85 vrk eri lämpötiloissa ennen varsinaista idätystä. (Wareing 1979).

Voipio ym. 1993). Siemen kostutetaan, kuoren annetaan kuivahtaa. Siemenet käsitellään 25 – 35 -prosenttisella PEG-vesiliuoksella. Tällä estetään alkion ennenaikainen tunkeutuminen ulos siemenkuoresta kylmäkäsitelyn aikana ja mahdollinen tuhoutuminen kylmässä. Näin kaikki siemenet saadaan itämään samanaikaisesti.

### 5.6.2 Lämpökäsittely

Joskus on tarpeen myös lämpökäsittely (kuva 4). Se tehdään ennen kylmäkäsitelyä, ja sen tarkoitus on pehmittää siemenkuori vettä läpäiseväksi sekä jälkikypsyttää alkioita. Lämpötilana käytetään jatkuvaa +20 – +25 °C:n tai vaihtuvaa +20 – +30 °C:n lämpötilaa. Lämpökäsittely tehdään samanlaisessa turve-hiekkaseoksessa kuin kylmäkäsitelykin. Sen aikana on kosteutta ja happitilannetta seurattava vielä huolellisemmin kuin kylmäkäsitelyn aikana (Gordon ja Rowe 1982, Tigerstedt 1971). Lämpökäsittelyyn voidaan yhdistää liotus. Siemenet pannaan ensin 48 tunniksi +3 – +5 °C:n veteen. Liotuksen jälkeen ylimääräinen vesi kuivataan ja siemenet sekoitetaan hiekka-turveekseen tai johonkin muuhun vettä pidättävään aineeseen ja jatketaan lämpökäsittelyllä. Tätä menetelmää suositellaan morfologisessa ja mekaanisessa lepotilassa (Willan 1985). Kun lämpökäsittelyn aikana alkaa näkyä merkkejä itämisestä (siemen halkeilee tai sirkkajuuri näkyy), on siemenet siirrettävä kylmäkäsitelyyn tai kylvettävä. Lämpökäsittely on mahdollista korvata aikaisella kylvöllä syyskesällä, jolloin maa on vielä lämmintä. Lämmin maa pehmittää siemenkuoren, ja talven alhaisempi lämpötila voi päättää alkion lepotilan. (Dirr ja Heuser 1987).

Stratifioinnin jälkeen siemen voidaan kuivata takaisin varastointikosteuteen ja idättää tai kylvää myöhemmin (Nygren 1986). Tätä on kokeiltu menestyksellisesti mm. pyökin ja saarnen siemenillä (katso *Fraxinus* ja *Fagus*).



**Kuva 4.** Kylmäkäsitelyä edeltävän lämpökäsittelyn vaikutus oratuomen (*P. spinosa*) täysien siementen itävyyteen. Lämpökäsittely 2 viikkoa + kylmäkäsitely 18 viikkoa (■) ja kylmäkäsitely 18 viikkoa (□). (Gordon ja Rowe 1982).

## 6. Siementen testaus

Idätysnäytteen tulee edustaa koko testattavaa siemenettä. Ennen näytteenottoa siemenenä sekoitetaan huolellisesti. Siivellisten siementen (saarnet, jalavat ja vaahterat) sekoittaminen on hankalaa. Näytteenotossa käytetään yleensä lokeroakiraa, joka ottaa näytteitä siemenen eri kerroksista pohjasta pintaan saakka. Suurista siivellisistä siemenistä näyte joudutaan usein ottamaan käsin eri kerroksista. Jos siemenastioita on 1–5, näyte otetaan jokaisesta astiasta. Jos astioita on enemmän kuin 5, voidaan näyte ottaa joka kolmannesta tai joka viidennestä astiasta, riippuen astioiden määrästä. Näytteitä tulee kuitenkin olla vähintään 5 kpl. ISTA:n ohjeen mukaan testattava siemenmäärä on 4 x 100 siementä. Jos yhdelle idätysalustalle ei mahdu 100:aa siementä, voidaan näyte jakaa vielä pienempiin eriin. (Gordon ja Rowe 1982, Metsäpuiden ... 1980).

### 6.1 Elinkyvyn testaus (viability test)

Siemenen elinkyvyn testauksella selvitetään, onko siemenellä itämiseen tarpeelliset valmiudet eli onko se itämiskykyinen. Itävyydesti taas tarkoittaa näiden valmiuksien menestyksellistä toteuttamista. Syvässä lepotilassa olevien siemenien itävyydesti on usein epäkäytännöllinen, koska normaali idätys voidaan tehdä vasta pitkän esikäsittelyn jälkeen. Tällöin siemenen elinkyvyn testaus on suositeltavampi. Niille siemenille, jotka eivät ole lepotilassa tai joilla on vain matala lepotila, joka voidaan katkaista suhteellisen lyhyellä (ei yli 1 kk) esikäsittelyllä, tehdään yleensä normaali idätystesti. Elinkyvyn testauksen ja idätystestin tulokset voivat olla lähellä toisiaan, jos esikäsittely ja idätysolosuhteet ovat olleet täydelliset. Käytännössä näin on harvoin. Heikkojen siementen, joilla on vähän vararavintoa, puolikypsien siementen ja käsittelyn aikana vahingoittuneiden siementen alkuperäisen elinkyvyn testaustulokset saattavat poiketa varsinaisesta itävyydestä. Syvässä lepotilassa oleville siemenille on elinkyvyn testauksen lisäksi tehtävä vielä esikäsittelyn jälkeen normaali itävyydesti, jos halutaan saada selville tarkka kylvötiheys. (Gordon ja Rowe 1982).

#### 6.1.1 Siemenen halkaisu

Tässä testissä siemen halkaistaan veitsellä, jolloin nähdään, onko alkio kehittynyt ja väriltään normaali. Testi ei ole kovin luotettava. Selvästi jo kuolleet ja tyhjät siemenet on helppo erottaa, mutta on vaikea erottaa kuolemaisillaan olevia ja vahingoittuneita siemeniä, jotka vielä näyttävät hyväkuntoisilta. Testi on käyttökelpoinen siementen kypsyuden määrittelyyn ennen keräystä ja siementen tarkistukseen käsittelyn aikana. (Willan 1985).

### 6.1.2 Vetyperoksiditesti

Vetyperoksidilla ( $H_2O_2$ ) on itämistä stimuloiva vaikutus. Sitä on käytetty useiden havupuiden siementen nopeissa itävyystesteissä USA:n länsiosissa. Menetelmässä siemeniä liotetaan ensin yksi yö 1 -prosenttisessa  $H_2O_2$  -liuoksessa. Sitten siemenkuori leikataan auki ja alkiojuuren pää paljastetaan. Siemenet laitetaan uudelleen 1 -prosenttiseen  $H_2O_2$  -liuokseen, pimeään ja vaihtuvaan  $+20 - +30$  °C:n lämpötilaan. Tarkistus voidaan tehdä 3 – 4 vrk:n kuluttua, ja lopullinen tulos saadaan 7 – 8 vuorokaudessa. Ensimmäisessä tarkistuksessa lasketaan ja poistetaan ne siemenet, joiden alkiojuuri on alkanut kasvaa, ja jäljelle jääneille annetaan uutta liuosta. Siemenen kunto voidaan nähdä kasvun pituudesta: jos kasvu on 5 mm tai sitä enemmän siemenet ovat hyväkuntoisia; jos kasvua ei ole, siemenet ovat kuolleita tai tyhjiä (Bonner 1974, Willan 1985). Aukiviillettyjen siementen liottamista 1 -prosenttisessa  $H_2O_2$  -liuoksessa vain vähän aikaa ennen idätysalustalle siirtämistä esittävät Voipio ym. (1993). Testi on nopeampi mutta epäluotettavampi kuin normaali idätystesti. Se on hitaampi, mutta helpompi tehdä kuin irrotetulla alkiolla tehty testi, ja se on helpompi tulkita kuin tetrazoliumvärjäystesti.

### 6.1.3 Testi irrotetulla alkiolla

Irrotetulla alkiolla testaaminen perustuu siihen, että siemenestä poistettu elävä alkio jää elinkykyiseksi ja usein alkaa kasvaa normaaleissa idätysolosuhteissa, joissa kuollut, kuoleva tai heikko alkio tuhoutuu. Testi soveltuu siemenille, joilla on alkion lepotila. Tässä menetelmässä siemeniä liotetaan ensin vedessä 1 – 4 vrk tai pidetään kosteassa turpeessa 0,5 – 2 viikkoa. Kun siemen on turvonnut täysin, alkio poistetaan varovasti sitä vahingoittamatta. Paljas alkio asetetaan imupaperille tai suodatinpaperille  $+20$  °C:n lämpötilaan valoisaan paikkaan. Testaus voi kestää aina 14 vrk:een saakka. Idätyksen aikana terveet alkiot alkavat muuttua vihreiksi ja kasvaa. Alkiot, jotka säilyttävät tuoreutensa, mutta eivät viherry, ovat myös elinkykyisiä. Elinkelvottomat alkiot pehmenevät, tummuvat ruskeiksi ja pilaantuvat 2 – 10 päivässä. Tällä menetelmällä voidaan helposti nähdä, kuinka syvässä alkion lepotilassa esim. vaahteroiden ja saarnien siemenet ovat. Vasta kerätyn, tuoreen siemenen alkio ei kasva eikä edes viherry. Varastoinnin ja esikäsittelyn jälkeen alkio alkaa kasvaa edellä selostetun testauksen aikana. Erilaisia esikäsittelymenetelmiä lepotilan päättymisen nopeuttamiseksi voidaan testata irrotettuja alkiota käyttäen. (Gordon ja Rowe 1982, Bonner 1974, Justice 1972, Voipio ym. 1993).

### 6.1.4 Röntgenkuvaus

Pelkällä röntgenkuvauksella voidaan erottaa tyhjät ja vioittuneet siemenet terveistä. Jos kuvaus tehdään varjoröntgenkuvauksena, jossa siemenet käsi-

tellään varjoaineella ennen kuvausta, voidaan kuolleet solut erottaa elävistä soluista. Varjoaineina on käytetty mm. 20 – 30 -prosenttista bariumkloridia ( $BaCl_2$ ), jossa kostutettuja siemeniä on liotettu 1 – 2 tunnin ajan (Voipio ym. 1993). Varjoaine ei imeydy siemenen elävään kudokseen, mutta kuollut kudos kyllästyy varjoaineella. Kyllästynyt kudos imee röntgensäteitä enemmän kuin kyllästymätön kudos ja se näkyy vaaleampana filmillä. Tällä menetelmällä on mahdollista erottaa elävät ja kuolleet täydet siemenet toisistaan. Testi on nopea ja luotettavampi kuin tetrazoliumtesti, mutta varjoaine imeytyy eri tavalla eri puulajien siemeniin. Varjoainekuvausta voidaan täydentää stereokuvauksella, jolloin saadaan kolmiulotteinen kuva ja varjoaine voidaan paikallistaa tarkkaan siemenessä. (Willan 1985).

### 6.1.5 Värjäystestit

#### *Tetrazoliumtesti*

Testi perustuu siihen, että tetrazoliumsuola (kloridi tai bromidi) värjää elävät solut punaisiksi. Myös muita suoloja on käytetty. Testi on hyväksytty (ISTA 1976) käytettäväksi joillakin havu- ja lehtipuilla, jotka itävät hitaasti normaalilla idätyksellä, mm. saarnet, omenapuut (*Malus*) ja tuomet. Menetelmässä siemeniä liotetaan ensin vedessä n. 20 tuntia. Sitten siemenkuori rikotaan leikkaamalla tai puhkaisemalla. Lopuksi siemeniä liotetaan 1-prosenttisessä tetrazoliumliuoksessa 18 – 48 tuntia puulajista riippuen. Lämpötila käsittelyn aikana on  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Täydellinen pimeys on välttämätön, koska tetrazoliumliuos vaihtaa väriä valossa. Käsittelyn jälkeen siemenet pestään vedellä. Siemenen elinkyky voidaan päätellä värjäytymisasteesta ja väriaineen paikasta siemenessä. Useimpien siementen vain täysin värjäytynyt alkio on elinkykyinen. Tarkastelun aikana alkiot on pidettävä kosteina. Tetrazoliumtesti antaa nopean arvion elävien siementen määrästä, mutta se ei selvitä todellista itävyyttä, koska siemenet värjäytyvät samalla tavalla ovatpa ne lepotilassa tai eivät ole. Ongelmana on myös se, että jotkut siemenet eivät värjäydy helposti. (Justice 1972, Bonner 1974, Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985).

#### *Indigo carmine -testi*

Tämä testi eroaa tetrazoliumtestistä siinä, että indigo carmine (happoihin kuuluva väriaine) värjää kuolleet solut sinisiksi, mutta elävät solut eivät värjäydy. Menetelmää on käytetty Itä-Euroopan maissa. Irrotettuja alkiota liotetaan 0,1 – 0,2 -prosenttisessä indigo carmine -liuoksessa  $+26\text{ – }+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilassa 1 – 4 tuntia ja värjäytymisen asteesta nähdään siemenen elinkyky. Täysin värjäytynyt alkio on kokonaan kuollut, ja värjäytymätön valkoinen alkio on elävä. (Gordon ja Rowe 1982, Baldwin 1942, Barton 1961).

### 6.2 Idätystestit

Idätystestissä siemenille pyritään järjestämään mahdollisimman hyvät itämisolosuhteet, että testitulokset kuvaisi mahdollisimman korkeaa itävyysspo-

tentiaalia. Laboratoriotestejä varten on laadittu yhtenäiset säännöt. Tällä pyritään siihen, että eri maiden testitulokset olisivat vertailukelpoisia, mikä on tärkeää varsinkin siementen kansainvälisessä kaupassa. ISTA (The International Seed Testing Association) ja AOSA (The Association of Official Seed Analysis) ovat standardisoineet laboratoriotestejä koskevia sääntöjä. Ne ovat puulajikohtaisia, ja niitä tarkistetaan tarpeen mukaan. (Bonner ym. 1974).

Idätyslämpötilana on joko vuorottelevat 16 tunnin jaksot +20 °C:ssa ja 8 tunnin jaksot +30 °C:ssa, tai lämpötila pidetään koko ajan +20 °C:ssa. Jotkin lajit voidaan idättää alhaisemmassakin lämpötilassa varsinkin, jos idätysalustana on hiekka ja siemenet siirretään kylmäkäsittelystä idätykseen. Myös valo voi olla jaksottaista – 16 tuntia pimeää ja 8 tuntia valoa – tai jatkuvaa. Idätysalustalle tarvitaan 750 – 1250 luxia luonnon- tai keinovaloa. Idätysaika on 21 – 28 vuorokautta, mutta pitempiäkin aikoja voidaan idättää. Lajit, jotka ovat olleet syvässä lepotilassa, voivat vaatia jopa 60 vrk. Jos esikäsitely on tehty huolellisesti, 28 vrk yleensä riittää. (Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985).

Idätysalustana käytetään yleisimmin imupaperia, suodatinpaperia, paperipyyhettä, kreppipaperia, selluloosavanua tms. Näitä alustoja on helppo käsitellä, ja ne sopivat hyvin myös pienille siemenille mutta sienitaudit leviävät niillä helposti. Siemenet asetetaan paperin päälle idätysalustalle erilleen toisistaan. Suuret siemenet voidaan myös peittää alustalla tai kääriä paperipyyherullan sisään, joka asetetaan pystyasentoon, jotta juuret pääsevät kasvamaan alaspäin. Myös seulottu, pesty hiekka (raekoko 0,05 – 0,8 mm) sopii hyvin suurille siemenille, esim. tammien ja hevoskastanjoiden siemenille, sekä koville siemenille, esim. vaahteroiden, tuomien ja niiden puulajien siemenille, jotka vaativat pitemmän idätysajan. Hiekka voidaan steriloida, eivätkä sienitaudit leviä siinä niin helposti kuin paperilla. Yleisenä sääntönä on, että siemenet peitetään vähintään niiden pitemmän läpimitan paksuisella hiekkakerroksella. (Gordon ja Rowe 1982, Justice 1972).

Testaustulosten vaihtelu johtuu usein kasvualustan kosteuden vaihtelusta. Paperialusta ei saa olla niin märkä, että siementen ympärille muodostuu vesikalvo. Sopiva hiekka-alustan kosteus riippuu jonkin verran hiekan rakenteesta ja idätettävien siementen koosta. Useiden maatalouskasvien siementen hiekka-alustan sopivaksi kosteudeksi on todettu 50 – 60 % vedenpidätyskapasiteetista. Kasvualustan kosteutta on tarkkailtava päivittäin.

Lepotilassa olevat siemenet on esikäsiteltävä ennen idätystä. Kylmästratifioiduista siemenet siirretään idätysalustalle vasta sitten, kun ensimmäiset merkit itämisestä ovat näkyvissä, esim. kuori halkeilee. Kylmäkäsittelyn jälkeinen idätyslämpötila saa olla melko alhainen (+10 – +15 °C). Esim. tammen, pyökin ja hevoskastanjan suuria siemeniä suositellaan liotettavaksi ennen idätystä. Myös siemenen pää voidaan katkaista tai poistaa hedelmänseinä.

Euroopassa on yleisimmin käytetty Jacobsenin idätysallasta, jossa siemenet ovat imupaperin päällä lasikuvun alla. Imupaperi imee kosteutta idätystason alapuolella olevasta vesialtaasta paperisydämen kautta. Veden lämpötilaa säädellään termostaatilla ja kosteutta vedenpinnan korkeutta vaihtelemalla. Yleensä vedenpinta pidetään n. 5 – 7 cm siementen alapuolella. USA:ssa on ollut käytössä idätyskammio, jossa valo, kosteus ja lämpö ovat tarkkaan säädeltävissä. Siemenet ovat idätysalustoilla kammion hyllyillä. (Justice 1972, Bonner 1974, Gordon ja Rowe 1982. Willan 1985).

## 7. Puulajikohtaiset siementen käsittelymenetelmät

### 7.1. Vaahterat (*Acer*)

#### *Keräys, puhdistus ja kuivaus*

Vaahteran siemen on siivellinen 2-lohkoinen lohkohedelmä. Vaahterat tuottavat siementä lähes joka vuosi. Siemenet voidaan kerätä suoraan puusta tai myöhemmin maasta. Kypsät siemenet ovat väriltään ruskeita. Metsävaahteran (*A. platanoides*) siemen kypsyy syys-lokakuussa, ja se suositellaan kerättäväksi vihreänä. Niverävaahteran (*A. campestre*) kylvökokeista on Englannissa saatu tuloksia, joiden mukaan aikainen siemenkeräys on madaltanut siemenen lepotilan tasoa, mutta itäneet taimet ovat olleet pienempiä ja heikompia kuin täysin kypsistä siemenistä kasvaneet taimet (Gordon ja Rowe 1982). Metsävaahteran siemeniä on hedelmälitrassa 60 – 65 g (Tietoja jalojen...).

Lenninsiipiä ei yleensä ole irrotettu siemenistä. Täysien ja tyhjien sokerivaahteran (*A. saccharum*) siementen erotteluun on USA:ssa käytetty hyvin tuloksin liotusta n-pentaanissa (hiilivety) (Olson ja Gabriel 1974). Siementen koko vaihtelee. Esim. metsävaahteran siemeniä voi olla kilossa 2 800 – 10 300 kpl (Gordon ja Rowe 1982). Sokerivaahteran provenienssikokeissa on todettu, että pohjoisempänä, kylmemmässä ilmastossa siemenen koko on suurempi kuin etelämmässä. Pohjoisilla alkuperillä myös tyhjien siementen osuus on suurempi kuin eteläisillä alkuperillä (Young ja Young 1992). Ennen varastointia on siemenet kuivattava ulkona ohuena kerroksena kankaan päällä tai hyvin ilmastoidussa paikassa. Kuivauksen aikana siemeniä on käännettävä säännöllisesti. Kun käytetään kuivuria, pidetään kuivausilman lämpötila alle +30 °C. Jos ilmanpuhallus on hyvä, voidaan turvallisesti käyttää korkeampaakin lämpötilaa (Gordon ja Rowe 1982).

#### *Varastointi*

Suositeltava siementen varastointikosteus on 10 – 15 %. Useimpien lajien siemenet säilyvät +2 – +5 °C:n lämpötilassa ilmatiiviissä astioissa 1–2 vuotta itävyyden merkittävästi vähenemättä. Jos siemen kuivataan alle 10 %:n kosteuteen, voi varastointilämpötila olla alhaisempi. Poikkeuksena ovat hopea-

vaahtera (*A. saccharinum*) ja vuorivaahtera (*A. pseudoplatanus*), joiden itävyys riippuu riittävän siemenkosteuden säilymisestä. Hopeavaahteran siemen ei idä, jos se kuivataan alle 30 %:n kosteuteen, ja vuorivaahteran siemen, jos se kuivataan alle 35 %:n kosteuteen (Gordon ja Rowe 1982). Toisaalta sokerivaahteran siementä, jonka kosteus on ollut 17 %, on varastoitu -10 °C:ssa, ja siementä, jonka kosteus on ollut 10 %, on varastoitu +7 °C:ssa, +2 °C:ssa ja -10 °C:ssa 54 kk itävyyden vähenemättä merkittävästi (Olson ja Gabriel 1974). Kosteudeltaan 45 -prosenttista hopeavaahteran siementä on säilytetty +1 – +2 °C:ssa 16 kk, minkä jälkeen itävyys on ollut vielä 78 %. Kun kosteudeltaan 58 -prosenttista siemenerää on säilytetty samassa lämpötilassa, itävyys on pudonnut jo 6 kk:ssa 94 %:sta 12 %:iin (Willan 1985). Puolassa taas hopeavaahteran siementä, jonka kosteus on ollut 50 – 52 %, on säilytetty -1 – -3 °C:ssa suljetuissa astioissa. Yli 90 % siemenerästä iti 18 kk:n varastoinnin jälkeen, mutta 24 kk:n jälkeen itävyys romahti lähes 0 %:iin (Willan 1985).

### ***Esikäsitely ja idätystesti***

Varastoidut siemenet vaativat stratifioinnin. Yleensä 3 – 4 kk:n kylmästratifiointi hiekan ja humuksen seoksessa +2 – +5 °C:n lämpötilassa riittää. Tätä suositellaan mm. metsävaahteran siemenille (Olson ja Gabriel 1974, Tigerstedt 1971). Lyhempää, vain 6 viikon kylmäkäsitelyä suosittelee Nilsson (1976). Suomenjoen tutkimustaimitarhalla tekijän vuoden 1994 kokemusten mukaan kylmäkäsitelyajaksi riittää 2 – 2,5 kk. Stratifioinnin aikana on tarkkailtava, milloin ensimmäiset itämisen merkit näkyvät. Unkarissa tehdyissä kokeissa, joissa kuuden vaahteralajin (mongolianvaahteran (*A. totaricum subsp. ginnala*), niverävaahteran (*A. campestre*), japaninvaahteran (*A. palmatum*), vuorivaahteran, saarnivaahteran (*A. negundo var. californicum*) ja metsävaahteran) siemeniä stratifioitiin eri lämpötiloissa, ulkona maassa ja kosteassa hiekassa idätyshuoneessa, kaikkien lajien itäminen estyi, jos siemenet jäätivät stratifioinnin aikana. Itävyys vaihteli eri stratifiointimenetelmien ja siemenvuosien mukaan. Hedelmänseinän mekaaninen rikkominen paransi merkittävästi itävyyttä muiden lajien paitsi vuorivaahteran siemenillä (Toth ja Garrett 1989). Sokerivaahteralla on Pohjois-Carolinassa tehty kokeita, joissa siemeniä on liotettu kylmässä vedessä ennen kylmäkäsitelyä. Liottamalla siemeniä jopa 14 vrk on stratifiointiaikaa voitu merkittävästi lyhentää ja itämistä nopeuttaa (Young ja Young 1992).

Mongolianvaahtera ja niverävaahtera voivat vaatia 1 – 2 kk:n lämpökäsittelyn +20 – +30 °C:ssa ennen kylmäkäsitelyä. Hedelmänseinän mekaanista rikkomista ennen stratifiointia läpäisevyyden parantamiseksi suositellaan mongolianvaahteran, saarnivaahteran ja viinivaahteran siemenille (*A. circinnatum*). Saarnivaahteran siementen itävyyttä on saatu parannetuksi myös boorihappo- ja vetyperoksidikäsitelyllä (Olson ja Gabriel 1974). Vaahteroilla stratifioinnin tarve ja kesto vaihtelevat paljonkin eri lajien – jopa eri puiden välillä. Siemenen lepotilan syynä voi olla myös huonosti läpäisevä hedelmänseinä.

Itävyydesti suositellaan tehtäväksi hiekan ja humuksen seoksessa, +20 °C:n lämpötilassa käyttäen 16 tunnin pimeäjaksoa ja 8 tunnin valojaksoa sekä 21 – 28 vrk:n idätysaikaa (Gordon ja Rowe 1982). AOSA:n suosituksen mukaan pitäisi esim. metsävaahteran idätystä aina edeltää 60 vuorokauden kylmäkäsitely ja hedelmänseinän poisto (Young ja Young 1992). Metsävaahteran siemeniä on idätetty myös alhaisemmissa +5 – +10 °C:n lämpötiloissa, jolloin 15 siemenerän itävyydet ovat olleet 30 – 80 % (Olson ja Gabriel 1974). Punavaahteran (*A. rubrum*) siemenillä on Ontariossa saatu paras itävyys, kun siemeniä on ensin kylmäkäsitelty 6 – 8 viikkoa ja idätys tehty +20 – +30 °C:ssa. Saman vaahteralajin siemenillä on Luoteis-Ontariossa saatu ilman esikäsitelyä 44 %:n itävyys +5 – +15 °C:ssa. Korkeammassa idätyslämpötilassa itävyys oli huonompi. Kun tälle siemenelle tehtiin ensin 90 vrk:n kylmäkäsitely, ei idätyslämpötila vaikuttanut itämistulokseen. USA:ssa on todettu, että saarnivaahteran pohjoisten alkuperien siemenille riittää lyhempi kylmäkäsitely ja alhaisempi idätyslämpötila kuin 37. leveysasteen eteläpuolelta oleville. Hilsekaarnavaahteralla (*A. griseum*), huntuvaahteran (*A. triflorum*) ja nikonvaahteran (*A. maximowiczianum*) siemenillä, joiden puumainen hedelmänkuori voi viivästyttää itämistä useita vuosia, on käytetty menetelmää, jossa paljastettu alkio on kostutettu gibberelliinihappossa (10 mg/l) ja idätetty idätysmaljassa jatkuvassa valossa 21 vrk (Young ja Young 1992).

### **Kylvö**

Useimpien lajien siemenet on parasta kylvää syksyllä heti keräyksen jälkeen (Sheat 1948, Gordon ja Rowe 1982). Tataarivaahtera (*A. tataricum*) (Kuybisevin ja Stalingradin alueella) voidaan kylvää myös lyhyen kylmäkäsitelyn jälkeen myöhään syksyllä (Chistyakov 1940, Shumilina 1940). Pitempään stratifioidut siemenet kylvetään varhain keväällä, mutta tulos on huonompi kuin syyskylvössä; jos stratifiointi on ollut riittämätöntä, siemenet saattavat itää vasta toisena keväänä. USA:ssa punavaahteran ja sokerivaahteran siemenet kylvetään myöhään keväällä heti keräyksen jälkeen, mutta ne saattavat itää vasta seuraavana keväänä (Olson ja Gabriel 1974). Taimitarhakylvöissä on sokerivaahteran itävyys yleensä jäänyt 30 %:iin tai sen alle (Young ja Young 1992). Syyskylvö olisi tehtävä niin myöhään, että siemenet eivät idä samana syksynä.

## **7.2 Pähkinäpensaat (*Corylus*)**

### ***Keräys, puhdistus ja kuivaus***

Pähkinäpensaiden hedelmä on nimensä mukaisesti pähkinä. Pähkinät kerätään heti, kun suojukslehtien reunat alkavat muuttua ruskeiksi eikä hedelmä ole vielä täysin kypsä. Näin vältetään jyräjoiden ja lintujen tuhot. Pähkinät levitetään ohueen kerrokseen ulos ja kuivataan, kunnes suojukslehdet avautuvat ja pähkinä irtoaa (Brinkman 1974). Pähkinöitä on 500 – 1000 kpl/kg.

### **Varastointi**

Pähkinät voidaan kuivata alle 15 %:n vesipitoisuuteen ja varastoida kuivina tai ne voidaan varastoida myös kosteampina, 20 – 40 %:n vesipitoisina, +1 – +3 °C:n lämpötilassa, suljetuissa astioissa, jopa 1– 5 vuotta. Pitkää varastointiaikaa ei kuitenkaan suositella. Pähkinöitä voidaan varastoida yhden talven yli myös stratifiointiolosuhteissa ulkona (Gordon ja Rowe 1982). Toisten suositusten mukaan pähkinöitä ei pitäisi kuivata ennen varastointia vaan korkea kosteuspitoisuus pitäisi säilyttää. Euroopanpähkinäpensaaseen (*C. avellana*) pähkinöitä voidaan säilyttää vuosi kosteassa hiekassa tai avonaisissa astioissa huoneenlämmössä. Amerikanpähkinäpensaaseen siementen (*C. americana*) ja sarvipähkinän (*C. cornuta*) itävyys on säilynyt hyvin, kun pähkinät on varastoitu suljetuissa astioissa +5°C:n lämpötilassa (Brinkman 1974).

### **Esikäsitteleminen ja idätystesti**

Hedelmänseinä ja ulompi siemenkuori estävät itämistä. Kun Hollannissa on euroopanpähkinäpensaaseen siemeniä kylvetty heti keräyksen jälkeen, itävyys on ollut 22 %. Kun hedelmänseinä on poistettu, on itävyys ollut 59 %. Itävyys on noussut 81 %:iin, kun ulompi siemenkuorikin on poistettu. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös turkinpähkinällä (*C. colurna*) Saksassa (Blomme ja de Geyter 1978, Jansky ym.1988). Lepotila voidaan saada päättymään 2 – 6 kk:n kylmäkäsitteilyllä ulkona talven yli tai 3 – 4 kk:n säilytyksessä kompostissa (Brinkman 1974, Gordon ja Rowe 1982). Venäjällä on euroopanpähkinäpensaaseen siementen paras itävyys saatu heti keräyksen jälkeen 3 viikon lämpö- ja 3 viikon kylmäkäsitteilyllä (Dirr ja Heuser 1987). Koska siemenillä on alkion lepotila, ne itävät hyvin hitaasti ilman esikäsitteilyä. Esim. amerikanpähkinäpensaaseen siementen itäminen on vienyt aikaa yhden vuoden. Euroopanpähkinäpensaaseen, turkinpähkinän ja amerikanpähkinäpensaaseen pähkinät idätetään +30 °C:n päivä- ja +20 °C:n yölämpötilassa 60 vrk hiekassa (Brinkman 1974).

### **Kylvö**

Tuoreen siemenen syyskylvö antaa paremman tuloksen kuin stratifiointi ja kevätkylvö. Kahden vuorokauden liotus kylmässä vedessä ennen syyskylvöä parantaa vielä itävyyttä (Gordon ja Rowe 1982). Hollannissa euroopanpähkinäpensaaseen siemenet on sekoitettu kosteaan hiekkaan useiksi kuukausiksi ennen syyskylvöä. USA:ssa (Tennessee) on saatu hyviä tuloksia varastoimalla tuoret siemenet kuivassa +3 °C:n lämpötilassa kylvöön eli loka-kuuhun asti (Brinkman 1974).

## **7.3 Saarnet (*Fraxinus*)**

### **Keräys, puhdistus ja kuivaus**

Saarnen hedelmä on siivellinen pähkylä. Keräys aloitetaan syksyllä kun pähkylöiden väri on muuttunut vihreästä keltaiseksi tai ruskeaksi. Lehtosaarnen (*F. excelsior*) ja mannaasaarnen (*F. ornus*) pähkylät suositellaan Euroopassa

kerättäväksi, kun niiden väri on vielä vihertävä (Bonner 1974). Litrassa hedelmiä on 180 g siemeniä (Tietoja jalojen...). Lehtosaarnen siemen kypsyy meillä lokakuussa ja ja varisee puusta vasta talvella.

Pähkylät levitetään kuivumaan ohueksi kerrokseksi ja niitä käännellään säännöllisesti. Myös kuivurin käyttö on mahdollista (Gordon ja Rowe 1982). Tertut voidaan rikkoa käsin tai murskaajalla ja terttujen kannat poistetaan seulomalla. Lenninsiipien poisto ei ole tarpeen. Siementen määrä kiloa kohhti vaihtelee: lehtosaarnella se on ollut 8 600 – 16 000 kpl/kg kun siemenkos-teus on ollut 7 – 8 % (Bonner 1974).

### **Varastointi**

Lehtosaarnen ja valkosaarnen (*F. americana*) varastoitavien siementen kosteuspitoisuudeksi suositellaan alle 12 % (Gordon ja Rowe 1982). Lehtosaarnen siemeniä on varastoitu hyvin tuloksin -3 °C:n lämpötilassa, kun siemenkosteus on ollut 9 – 10 % (Willan 1985). Punasaarnen (*F. pennsylvanica*), lehtosaarnen ja mannasarnen siemeniä on varastoitu menestyksellisesti jopa 7 vuotta +5 °C:n lämpötilassa siemenkosteuden ollessa 7 – 10 % (Bonner 1974). Romaniaalaisten tekemissä kokeissa on lehtosaarnen siemenet heti kuivattu 7 % :n kosteuspitoisuuteen, varastoitu suljetuissa astioissa tai muovipusseissa +10 – +11 °C:n lämpötilassa. Itävyys ei ole merkittävästi laskenut vielä 1,5 – 2,5 vuoden varastoinnin aikana (Vlase ym 1973). Valkosaarnen siementä, jonka kosteus on ollut 6 %, on säilytetty +22 °C:n lämpötilassa 4 kk, minkä jälkeen itävyys on vielä ollut 94 %. Kun siemenkosteus on ollut 9,5 %, itävyys on samassa ajassa pudonnut 4 %:iin. 18,5 %:n kosteuspitoisuudessa itävyys on jo 2 kk:ssa pudonnut 22 %:iin (Willan 1985).

### **Esikäsitely ja idätystesti**

Useimpien lajien siemenillä on lepotila, joka johtuu siemenen sisäisistä tekijöistä ja kehittymättömästä alkioista (Gordon ja Rowe 1982). Lehtosaarnen alkio on vielä osittain kehittymätön, kun siemen on jo valmis leviämään. Alkion täytyy vielä kaksinkertaistaa alkuperäinen pituutensa ennen kuin itäminen voi alkaa. Tämä alkion kasvu tapahtuu nopeimmin +18 – +20 °C:n lämpötilassa. Kun alkio on täysin kehittynyt, siemen on vielä lepotilassa ja vaatii kylmäkäsitelyn n. +5 °C:n lämpötilassa (Villiers 1972). Alkiolepo näyttää korreloivan myös siemenen iän kanssa niin, että vanhoilla siemenillä alkiolepo on syvempi kuin uusilla, juuri kerätyillä siemenillä (Bonner 1974). Useimmille lajeille suositellaan lämpö- ja kylmäkäsitelyä. Esim. lehtosaarnen siemeniä pidetään ensin 2 – 3 kk +20 – +30 °C:n lämpötilassa ja sitten 2 – 3 kk +1 – +5 °C:n lämpötilassa (Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985). Hieman lyhempää, 1 kk:n lämpökäsitelyä ja 2 – 3 kk:n kylmäkäsitelyä suosittelevat Hämet-Ahti ym. (1992). Punasaarnen siemenillä on saatu 88 vrk:n +4 °C:n kylmäkäsitelyllä 35 %:n itävyys 3 viikossa. Kun hedelmänseinä on poistettu käsitelyn jälkeen, on itävyys ollut 56 %. Käsittelemättömien siementen itävyys on ollut vain 2 % (Willan 1985).

Lämpö- ja kylmäkäsittelyyn voidaan yhdistää myös liotus. Puolassa on (poikkeuksellisen kuivissa sääoloissa kypsyneen) lehtosaarnen siementen lepotila saatu tehokkaasti päättymään, kun 16 viikon lämpökäsittely (+15 tai +20 °C:ssa) ja 16 viikon kylmäkäsittely (+3 °C:ssa) on katkaistu tunnin liotuksella +18 °C:n vedessä. Lämpökäsittelyn aikana liotus on toistettu viikoittain ja kylmäkäsittelyn aikana kahden viikon välein. Liotettujen siemenerien itävyydet ovat olleet 70 – 94 %. Vain lämpö- ja kylmäkäsitteltyjen siementen itävyydet ovat olleet 4 – 60 % (Tylkowski 1993).

Esikäsittely voidaan tehdä myös ennen varastointia tai varastoinnin aikana. Kun lehtosaarnen siementen lämpökäsittely (+20°C, 1,5 – 4 kk) ja kylmäkäsittely (+3°C, 4 kk) on tehty ennen varastointia, on siementen itävyys ollut 79 %. Kun siemenet ovat saaneet vastaavan lämpökäsittelyn ennen varastointia ja kylmäkäsittelyn varastoinnin jälkeen, on itävyys ollut 77 %. Kun molemmat käsittelyt on tehty varastoinnin jälkeen, on itävyys ollut 78 %. Varastointiaika on ollut 4 vuotta ja lämpötila -5 °C. Esikäsittely voidaan tehdä paljailla siemenillä tai väliaineen kanssa. Sopiva siemenen vesipitoisuus on 55 – 60 %. Kun lepotila saadaan päättymään jo ennen varastointia, ovat varastossa olevat siemenet aina valmiita kylvettäviksi joustavasti tarpeen mukaan (Muller 1993).

Gibberelliinihappokäsittely on nopeuttanut lehtosaarnen ja punasaarnen siementen itämistä. Paras tulos on saatu, kun liuosväkevyys on ollut 2 500 mg/l (Nikolaeva ja Judin 1963). Sokolov (1963) on tehnyt useilla lajeilla kokeita, joissa ilmakuivat ja vedessä liotetut siemenet on idätetty imupaperilla, joka on kostutettu gibberelliinihapossa (20 mg ja 200 mg/l). Käsittely on parantanut punasaarnen itävyyttä. Bulgariassa on kokeiltu lehtosaarnen siemenen liotusta molybdeeniliuoksessa ( $\text{Na}_2\text{MoO}_3$ ) 24 tuntia. Paras ja nopein itävyys on saatu 1 -prosenttisella liuoksella. Kun tätä käsittelyä on edeltänyt siementen liotus 4 – 8 vrk vuorotellen kuumassa ja kylmässä vedessä, on itävyys vielä parantunut. Kaikissa käsittelyissä siivettömien siementen itävyys on ollut parempi kuin siivellisten (Simeonov 1975).

Siemenet voidaan idättää jatkuvassa tasaisessa valossa lämpötilan vaihdellessa jaksoittain (16 h +20 °C:ssa / 8 h +30 °C:ssa) (Gordon ja Rowe 1982). ISTA:n suosituksen mukaan saarnen siementen itävyys testataan idättämällä stratifioituja siemeniä hiekassa tai imupaperilla pimeässä ja jaksoittain vaihtuvassa lämpötilassa (+20 ja +30 °C) 50 – 60 vrk (Bonner 1974). AOSA:n standardi (1985) taas suosittelee paljaiden alkioiden idättämistä imupaperilla 10 – 14 vrk:n ajan +18 – +22 °C:n lämmössä (Young ja Young 1992). Itävyys vaihtelee vuodesta toiseen. USA:ssa ja Euroopassa on lehtosaarnella saatu keskimäärin 61 %:n itävyyksiä (Bonner 1974).

### **Kylvö**

Siemen voidaan kylvää syksyllä heti keräyksen jälkeen (Sheat 1948). Keväällä kylvettävä siemen on stratifioitava. USA:n pohjoisvaltioissa kylvöt

tehdään syksyllä (Bonner 1974). Euroopassa on saatu paras itämistulos, kun lehtosaarnen ja mannaasaarnen siemenet on kerätty ennen kypsymistä ja kylvetty välittömästi (Soljanik 1961). Venäjällä Kuybisevin alueella suositellaan lehtosaarnen siemenille ensin lyhyttä kylmäkäsitelyä, jos kylvä tehdään myöhään syksyllä (Chistyakov 1940). Suomenjoen tutkimustaitarhalla kylvettiin 13 vuotta vanhaa, esikäsittelemätöntä lehtosaarnen siementä muovihuoneeseen turvealustalle 22.6.1994. Lokakuun alussa idätysalustat siirrettiin talveksi ulos lumen alle ja toukokuun alussa takaisin muovihuoneeseen. Siemenet itivät tasaisesti, ja itävyys oli 2.6.1995 35 %. Kun siemenet ensin esikäsiteltiin (2.5 kk + 20 °C ja 3.5 kk +4 °C) ja kylvettiin muovihuoneeseen 29.4.1994, itävyys oli kesäkuussa 5% ja toisena kesänä 2.6.1995 15 %. (Kirjoittajan julkaisematon aineisto). Luonnossa siemenet itävät vasta toisena kasvukautena karisemisen jälkeen, ja itäminen riippuu paljon mm. siitä, kuinka kauan siemenet ovat toisena talvena alttiina lepotilan purkaville viilleille lämpötiloille (Villiers 1972).

## 7.4 Tuomet, kirsikat (*Prunus*)

### *Keräys, puhdistus ja kuivaus*

Tuomien hedelmä on 1–siemeninen luumarja. Hedelmät kerätään täysin kypsinä. Tämä helpottaa puhdistusta ja antaa paremman itävyyden kuin osittain raakana kerätty siemen. Kypsyiden aste voidaan nähdä hedelmän väristä ja kunnosta. Niillä lajeilla, joiden hedelmä on kypsänä lähes musta, se on raakana punainen, ja niillä lajeilla, joiden hedelmä on kypsänä punainen, se on raakana kellertävä tai vihertävän punainen. (Grisez 1974).

Siemenet puhdistetaan hedelmämassasta heti keräyksen jälkeen. Pienet määrät marjoja voidaan pehmittää vedessä ja seuloa siemenet erilleen. Suuret määrät puhdistetaan erilaisilla sose- tai vasaramyllyillä. Käyminen on myös keino pehmentää hedelmää, mutta liian pitkänä se alentaa itävyyttä. Hedelmämassan kylvä yhdessä siementen kanssa on mahdollista, mutta varastointia varten on siemenet aina puhdistettava (Grisez 1974, Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985). Tyhjen siementen erotteluun on hapankirsikalla (*P. cerasus*) käytetty 95 -prosenttista etyylialkoholia (tiheys 0,81). Imeläkirsikalla (*P. avium*), veikselinkirsikalla (*P. mahaleb*) ja pilvikirsikalla (*P. pensylvanica*) on käytetty 17 -prosenttista suolaliuosta (tiheys 1,18), mutta tämä menetelmä ei ole aina ollut luotettava, koska pohjaan painuneiden siementen joukossa voi olla myös kuolleita siemeniä. Kuivatuilla siemenillä tätä menetelmää ei pidä käyttää, koska ne voivat sisältää ilmaa, mikä aiheuttaa niiden kellumista (Grisez 1974). Yhdessä kilossa tuomen (*P. padus*) hedelmiä on 190 – 220 g puhtaita siemeniä ja yhdessä kilossa on 11 800 – 27 100 siementä (Gordon ja Rowe 1982).

Jos siemenet kylvetään tai stratifioidaan heti, ei kuivausta tarvita. Siemenet jotka kylvetään muutaman viikon tai kuukauden kuluessa, voidaan pinta-

kuivata. Tämä on mahdollista tehdä muutamassa tunnissa. Jos siemeniä varastoidaan kauemmin, on ne kuivattava perusteellisemmin. Siemenet kuivataan huoneen lämmössä tai sitä viileämmässä. Kiiltotuomen (*P. serotina*) siementen kosteus on saatu laskemaan 14 % :sta 5 % :iin +32 °C:n lämpötilassa kolmessa tunnissa. (Grisez 1974).

### **Varastointi**

Imeläkirsikan, tuomen ja oratuomen (*P. spinosa*) siementen kosteuspitoisuudeksi suositellaan n. 12 % (Gordon ja Rowe 1982). Aprikoosin (*P. armeniaca*) siemen voidaan kuivata 6 % :iin, veikselinkirsikka 8 % :iin ja imeläkirsikka 9 – 11 %:iin ilman itävyyden heikkenemistä. Sopivin varastointilämpötila on 0 – +5 °C, vaikka monia lajeja on varastoitu menestyksellisesti myös huoneenlämmössä. Imeläkirsikan siemeniä on varastoitu 4,5 vuotta suljetuissa pulloissa, +1 °C:n lämpötilassa ja 11 %:n siemenkosteudessa, jolloin itävyys on laskenut 93 %:sta 84 %:iin. Kiiltotuomen siemeniä, joiden kosteus on ollut 5 %, on varastoitu pakkasessa hyvin tuloksin 3 vuotta. Kun siemenkosteus on ollut 15 %, ovat siemenet tuhoutuneet täysin (Grisez 1974). Saman lajin siemenistä, jotka on kuivattu 4 – 6 %:n kosteuteen, suljettu lasiastioihin ja varastoitu 8 vuotta -15 – -18 °C:ssa on itänyt 66 % (Grisez 1976). Lämmin varasto ja suuri siemenkosteus ovat haitallisia jo muutaman kuukauden varastointiaikana useimmille lajeille.

### **Esikäsitely ja idätystesti**

Hedelmän seinän sisin osa on kovettunut suojaamaan siementä. Siemenellä on alkion lepotila ja se vaatii jälkikypsytyksen kosteassa, runsashappisessa tilassa. Myös kivimäinen sisin hedelmänseinä estää jonkin verran itämistä, mutta se läpäisee kyllä vettä. Kylmäkäsitely on yleensä antanut hyvän itävyyden useimmille lajeille. Se tehdään +2 – +5 °C:n lämpötilassa. Käsitelyajan pituus vaihtelee lajien mukaan 3 – 7 kuukauteen. Lämpimän ilmaston lajeille riittää lyhempi kylmäkäsitely kuin kylmemmän ilmaston lajeille (Grisez 1974).

Itävyys paranee huomattavasti, jos kylmäkäsitelyä edeltää lyhyt 2 – 4 viikon lämpökäsitely +20 °C:n lämpötilassa. Tällaista lämpökäsitelyä ja 4 – 5 kk:n kylmäkäsitelyä suositellaan mm. tuomelle, kiiltotuomelle, rusokirsikalle (*P. sargentii*), pilvikirsikalle, oratuomelle, virginiantuomelle (*P. virginiana*) ja imeläkirsikalle (Gordon ja Rowe 1982, Young ja Young 1992). Pitkää, 2 kk:n lämpökäsitelyä ennen kylmäkäsitelyä suosittelevat Dirr ja Heuser (1987) pilvikirsikalle, ja vain pitkää 6 kk:n kylmäkäsitelyä virginiantuomelle.

Voimakasta lämpötilan vaihtelua lämpökäsittelyn aikana (+5 – +30 °C) on käytetty menestyksellisesti pilvikirsikalla (Laidlaw 1987). Tehokas menetelmä lepotilan laukaisemiseksi on myös katkaista kylmäkäsitely useilla lämpökäsittelyillä. Imeläkirsikan siemenellä on saatu 70 %:n itävyys kun on käytetty kolmea lämpökäsittelyä (20 °C, 1,5 – 4 kk) ja kolmea kylmäkäsitte-

lyä (+3 °C, 4 kk) vuorotellen. Ennen käsittelyä siemenet ovat olleet varastoituna -5 °C:n lämpötilassa siemenkosteuden ollessa 8 % (Muller 1993). Puolassa on imeläkirsikan siemenen itävyyttä voitu parantaa huomattavasti, kun normaalia lämpö- ja kylmäkäsittelyä on ensin edeltänyt lyhyt 2 viikon (+3 °C) kylmäkäsittely (Suszka 1976). Imeläkirsikan siemenelle on mahdollista tehdä esikäsitteilyt ja saada lepotila päättymään jo ennen varastointia (Muller 1993).

Kuivan varastoidun siemenen liotus ennen esikäsitteilyä voi myös parantaa itävyyttä. Veikselinkirsikan siemeniä on liotettu vedessä 3 vrk ennen stratifiointia (Grisez 1974) ja imeläkirsikan siemeniä yksi viikko juoksevassa vedessä ennen lämpö- ja kylmäkäsittelyä (Dirr ja Heuser 1987).

Hedelmänseinän sisimmän osan (endocarp) rikkominen, poisto tai pehmittäminen on nopeuttanut monien lajien itämistä. Siihen on käytetty mm. mekaanista rikkomista, jäädytystä, kiehuva vettä, rikkihappoa, sitruunahappoa, lipeää ja vetyperoksidia, mutta tulokset eivät aina ole olleet pelkästään hyviä. Kiiltotuomen siemenillä 48 tunnin käsittely 1 -prosenttisessa sitruunahapossa on parantanut itävyyttä. Gibberelliinihappokäsittelyllä on voitu korvata osa stratifiointiajasta, mutta menetelmä on tehokas vain, jos sisin hedelmänseinä on poistettu. (Grisez 1974).

Tuomen siemenet tulee idättää tasaisessa +20 °C:n lämpötilassa siten, että vuorokaudesta 8 tuntia on valoa (Gordon ja Rowe 1982). ASOA:n standardin (1985) mukaan siemeniä idätetään imupaperilla +18 – +22 °C:ssa 14 vrk. Lisäksi voidaan irrottaa alkiot tai käyttää tetrazoliumtestiä. Idätystestit tehdään aina esikäsitellyille siemenille (Young ja Young 1992). Myös voimakkaasti vaihtuvaa idätyslämpötilaa (12 h +5 °C:ssa ja 12 h +30 °C:ssa) on kokeiltu pilvikirsikan siemenen (Laidlaw 1987).

### **Kylvö**

Esikäsittelemätön siemen voidaan kylvää syksyllä. Syyskylvö on tehtävä niin aikaisin, että siemen ehtii jälkikypsyä kylvöpenkissä ennen talven tuloa ja maan jäätymistä. USA :n pohjoisosissa kylvöt tehdään aikaisin syyskuussa tai viimeistään lokakuun puoliväliin mennessä. Syvämultaus edistää jälkikypsytystä ja estää kuivumisen. Keväällä kylvettävä siemen on aina stratifioitava. On kylvettävä niin aikaisin kuin mahdollista, koska liika kuivuus ja korkea lämpötila huonontavat itävyyttä. Jos kylvöpenkin lämpötila on yli +20 °C, se voi aiheuttaa siemenille sekundäärinen lepotilan. Stratifiointi on ajoitettava niin, että siemenkuori on jo halkeillut, kun kylvö tehdään. Etelä-Englannissa suositellaan kylvettäväksi huhtikuun puoliväliin mennessä, jotta vältetään em. sekundäärinen lepotila. (Grisez 1974, Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985).

## 7.5 Tammet (*Quercus*)

### *Keräys, puhdistus ja kuivaus*

Tammen hedelmä (terho) on maljamaisen kehdon ympäröimä kova pähkinä. Terhot voidaan kerätä maasta tai varistaa puista, vaikka ne ovat vielä osittain vihreitä. Maasta terhot on kerättävä, ennen kuin home, hyönteiset, jyrsijät ja linnut vahingoittavat niitä.

Terhoista poistetaan ylimääräiset roskat. Vialliset terhot voidaan erotella vedessä kelluttamalla: kaikki pinnalle jääneet hylätään (Olson 1974). Kärskäkäiden toukat voidaan tuhota upottamalla terhot +49 °C:n veteen 40 minuutiksi. Tässä on oltava varovainen, koska jo +52 °C:n vesi vahingoittaa terhoja. Sienitauteja voidaan torjua fungisideillä. Tuoreiden terhojen kosteuspiitoisuus on yleensä yli 50 %. Terhot kuivataan esim. puulattialla hyvin ilmastoidussa paikassa, ei liian lämpimässä eikä yli 30 cm:n kerroksena. Kuivauksen aikana on terhoja käännettävä säännöllisesti. Kun kosteuspiitoisuus on laskenut 40 – 45 %:iin ja kun väri on ruskea ja terhon kuori kova kynnellä koetettaessa, on kuivaus lopetettava (Gordon ja Rowe 1982). Terhojen koko vaihtelee suuresti. Esim. metsätammen (*Q. robur*) terhoja on 110 – 495 kpl/kg. Litrassa on n. 600 terhoa (Tietoja jalojen...).

### *Varastointi*

Tammen terhojen varastointi on yleensä sama kuin stratifiointi, koska terhot on pidettävä kosteassa ja kylmässä. Esim. metsätammen siemenkosteuden pitäisi olla 40 – 50 % (Gordon ja Rowe 1982). Varastoinnissa siemenen oikean vesipitoisuuden ohella on tärkeää, ettei lämpötila ole liian alhainen kuten myöhemmin todetaan. Siemenen riittävä hapen saanti on turvattava, ja hengitys on saatava mahdollisimman vähäiseksi (Willan 1985). Terhot sekoitetaan turpeeseen, hiekkaan tai sahanpuruun suhteessa 1:1. Liian tiiviit astiat eivät ole sopivia. Ohutseinäinen (0,1 mm) muovipussi on suositeltava (Willan 1985). On mahdollista varastoida terhot myös maakuoppaan, joka peitetään maalla, mutta ei liian tiiviisti, että hapen saanti ei esty. Terhot voidaan myös sekoittaa kosteaan turpeeseen ja käyttää varastokonttia, joka estää kosteuden haihtumisen, mutta sallii ilmanvaihdon. Varastointiolosuhteiden tulisi muistuttaa mahdollisimman paljon kylvöpenkkiä, jossa ei kuitenkaan vielä lämpötila riitä itämiseen (Gordon ja Rowe 1982). Yksinkertainen säilytystapa on myös laittaa terhot reikäpohjaiseen astiaan kerroksittain karkaan hiekan kanssa. Astia kaivetaan maahan paikkaan, johon vesi ei kerääny, ja peitetään eläimiltä talveksi (Rainio 1986).

Varastointi yhden talven yli onnistuu yli 30%:n siemenkosteudessa ja 0 – +3 °C:n lämpötilassa, avonaisissa astioissa (Tietoja jalojen...). Huolellisella varastoinnilla +2 °C:n lämpötilassa voidaan 50 % itävyydestä säilyttää 3 vuotta. Metsätammen terhot voidaan kuivata jopa 20 – 24 %:n kosteuteen ja säilyttää 0 – +3 °C:n lämpötilassa (Antikainen 1992). Varastoitaessa metsätammen terhoja 6 kk +2 °C:ssa on saatu paras itävyys, kun terhojen kosteus-

pitoisuus on ollut 40 % tai sitä enemmän. Kosteuden ollessa 35 % tai sitä vähemmän itävyys vähenee merkittävästi. Terhojen liotus (48 tuntia) +2 °C vedessä ennen varastointia on parantanut itävyyttä siemenen kosteudesta riippumatta. Juuttikangaspusseissa olleet terhot oli ladottu löysästi sidottuihin, osittain perliiitillä täytettyihin muovipusseihin (Gosling 1989). Puolassa on varastoitu metsätammen terhoja (siemenkosteus yli 40 %) kuivassa turpeessa ja sahanpurussa, -1 °C:n lämpötilassa, maitokannuissa 3 vuotta. Itävyys on varastoinnin jälkeen ollut vielä 38 – 75 %. Kun varastointi on kestänyt 5 vuotta, on itävyys pudonnut 12 % :iin. Kannujen sisäseinämällä ja siementen välissä on ollut pahvilevyjä, joilla on varmistettu hapen saanti. Varastointi -5 °C:n lämpötilassa on tuhonnut siemenet, ja +1 °C:n lämpötila on aiheuttanut esi-itämistä varastoinnin aikana (Willan 1985). Hollannissa on punatammen (*Q. rubra*) itävyys alentunut vain 6 %, kun terhoja on varastoitu 7 kk -5 °C:ssa siemenkosteuden ollessa 39,6 % (Labeke ja Geyter 1989).

Syvässä lepotilassa olevia terhoja voidaan varastoida pitempään. Esim. punatammen terhoja on varastoitu menestyksellisesti 4 vuotta, mutta metsätammen vain vuosi samoissa olosuhteissa (Gordon ja Rowe 1982). USA :ssa on varastoitu terhoja, joiden kosteus on ollut 35 – 45 %, -1 – +3 °C:n lämpötiloissa. Alhaisempi lämpötila on vahingoittanut siemeniä, ja korkeampi lämpö on aiheuttanut itämistä. Euroopassa on pohjoisimpia lajeja varastoitu hie-man kylmemmässä (-1 – -3 °C) kun siemenkosteus on ollut 38 – 48 % (Willan 1985). Monien valkotammilajien siemenille ei suositella varastointia ollenkaan, ja mustatammienkin siemenille vain yhden talven yli (Olson 1974). Esi-itäneet terhot ovat säilyttäneet elinkykynsä yhden vuoden kevyesti suljetuissa muovipusseissa ja +3 °C:n lämpötilassa (pussin seinämän paksuus on ollut 0,1 mm). Esi-itämättömät terhot ovat samoissa pusseissa valtaosalta kuolleet (Willan 1985).

### ***Esikäsitely ja idätystesti***

Kylmävarastointi on samalla stratifiointi. Valkotammilla ei ole ollenkaan tai on vain vähän siemenlepoa, ja ne itävät syksyllä heti varisemisen jälkeen. Mustatammien siemenillä on lepotila, ja ne itävät syyskylvön jälkeen seuraavana keväänä. Stratifiointi on tehtävä kosteassa hiekassa tai turpeessa 0 – +3 °C:n lämpötilassa 1 – 3 kk:n aikana. Liian pitkä stratifiointi aika voi aiheuttaa ennen aikaista itämistä. Punatammen terhot vaativat 1 – 2 kk:n kylmäkäsitelyä (Olson 1974). Metsätammen terhoille suositellaan 1 – 2 kk:n kylmäkäsitelyä +2 – +5 °C:n lämpötilassa (Tietoja jalojen...). Kun 3 – 5 kk:n stratifiointiin kuivassa turpeessa ja +3 °C:n lämpötilassa on yhdistetty 48 tunnin liotus vedessä, metsätammen terhojen itävyys ei ole parantunut liotattamattomiin terhoihin verrattuna. Sen sijaan siemenkuoren poisto ja terhojen pesu juoksevassa vedessä ovat lyhentäneet huomattavasti itämisaikaa (Lamond 1978).

AOSA:n standardien mukaan puna- ja mustatammen terhoja idätetään krepipaperin päällä +20 – +30 °C:n lämpötilassa 14 vrk. Terhon arpisesta pääs-

tä leikataan 1/3 pois, ja hedelmänseinä poistetaan. Joidenkin lajien idätysaika voi olla pitempi, jopa 38 vrk (Young ja Young 1992). Terhoja voidaan idättää myös hiekassa 30 – 60 vrk +20 °C:n lämpötilassa. Ennen idätystä terhoja voidaan liottaa vedessä 48 tuntia (Willan 1985). Punatammen stratifioitujen terhojen itävyyttä on saatu nopeutettua, kun niitä on liotettu hape- tetussa vedessä 10 vrk, minkä jälkeen siemenkuoren halkeaminen on voitu havaita jo 10 päivässä (Cooper ym. 1991).

### **Kylvö**

Tammerterhot kylvetään syksyllä. Kylvöpenkki suojataan liialta kosteudelta ja jyrsijöiltä ja peitetään 7,5 – 10 cm:n multakerroksella, joka poistetaan keväällä, kun paletumisen vaaraa ei enää ole. Venäjällä metsätammella 2.8. – 5.10. tehdyissä kylvöajankohtakokeissa on 1.–20.9. todettu parhaaksi ajan- kohdaksi. Itävyys on vielä parantunut, kun terhot on käsitelty 0,5 -prosentti- sella phosalonella, hyönteisten vaurioittamat ja sairaat terhot eivät itäneet (Zemkova 1984). Keväällä kylvetyt terhot on stratifioitu talvella. Kevätkyl- vö on tehtävä mahdollisimman aikaisin, koska stratifioidut terhot itävät no- peasti (Gordon ja Rowe 1982).

## **7.6 Pihlajat (*Sorbus*)**

### ***Keräys, puhdistus ja kuivaus***

Pihlajan hedelmä on marja. Pihlajat tuottavat marjoja lähes joka vuosi. Mar- jat on kerättävä puista heti, kun ne ovat kypsyneet, jotta vältetään lintujen aiheuttamat vahingot. Jos marjat kerätään, ennen kuin ne ovat kypsiä, niitä on jälkikypsyttävä kasassa n. 2 kk, että siemenet alkavat irrota. On varotta- va, että marjat eivät ala käydä, sillä käyminen laskee siementen itävyyttä (Harris ja Stein 1974, Gordon ja Rowe 1982). Yhdessä litrassa kotipihlajan (*S. aucuparia*) marjoja on 18 – 20 g puhtaita siemeniä (Tietoja jalojen...).

Hedelmämassa sisältää itämistä estäviä aineita, joten siemenet puhdistetaan välittömästi. Jos siemenet jätetään marjoihin pitkäksi aikaa, voi itäminen estyä kokonaan (Rohmeder 1951). Marjat pehmenetään liottamalla vedes- sä, minkä jälkeen ne voidaan käsitellä maceratorilla tai vastaavalla sosemyl- lyllä. Käsitelyssä on varottava, ettei siemenille tule mekaanisia vaurioita. Murskatusta massasta siemenet erotellaan kelluttamalla tai seulomalla. Ellei siemeniä erotella heti, on massaa kuivattava, jotta estetään käyminen ja sie- menten pilaantuminen. Erotellut siemenet kuivataan, jolloin voidaan ero- tella loput roskat ja tyhjät siemenet. Kuivattu massa voidaan kylvää siemen- nien kanssa yhdessä. Jos siemenet varastoidaan, ne on aina puhdistettava. Kotipihlajan siemeniä on kilossa 200 000 – 375 000 kpl (Harris ja Stein 1974).

### ***Varastointi***

Puhdistetut siemenet on varastoitava kylmässä ja kuivassa varastossa. Kotipihlajan, saksanpihlajan (*S. aria*), ruotsinpihlajan (*S. intermedia*) ja etelänpihlajan (*S. torminalis*) siemenet suositellaan kuivattavaksi alle 12 %:n vesipitoisuuteen (Gordon ja Rowe 1982). Pihlajan siemeniä on varastoitu jopa 8 vuotta itävyyden merkittävästi laskematta. Paras tulos on saavutettu, kun siemenen kosteus on ollut 6 – 8 %, varastointilämpötila +1 – +3 °C ja siemenet on säilytetty suljetuissa astioissa. Kotipihlajan siementä on varastoitu myös huoneen lämmössä, jolloin ilman suhteellinen kosteus on ollut 25 %. Talven yli siemeniä voidaan säilyttää myös ulkona maakuopassa (Harris ja Stein 1974).

### ***Esikäsitely ja idätystesti***

Pihlajien siemenillä on syvä fysiologinen lepotila. Ne vaativat yleensä 2 – 4 kk:n tai pitemmän kylmäkäsitelyn 0 – +5 °C:n lämpötilassa, kosteassa hiekassa tai maassa (Harris ja Stein 1974). Parhaimmaksi kotipihlajan (alkuperä Pohjois- ja Keski-Venäjä) ja monien muiden lajien siementen kylmäkäsitelylämpötilaksi on todettu 0 – +3 °C. Korkeammissa +5 – +10 °C:n lämpötiloissa on lepotilan päätyminen viivästynyt tai kokonaan estynyt (Razumova 1987). Kun kotipihlajan siemeniä on jälkikypsytetty +1 ja +4 °C:n lämpötiloissa, on itäminen alkanut 7 viikon jälkeen, ja 20 viikon kuluttua itävyydet ovat olleet 74 % ja 75 % (Basharuddin ym. 1993).

Myös lyhyttä 2 viikon lämpökäsittelyä ennen 2 – 4 kk:n kylmäkäsitelyä suositellaan kotipihlajan, saksanpihlajan, ruotsinpihlajan ja etelänpihlajan siemenille (Gordon ja Rowe 1982). Pitkä lämpökäsittely ei aina ole parantanut itävyyttä, vaan on joissakin tapauksissa pidentänyt kylmäkäsitelyaikaa. (Harris ja Stein 1974). Jos kotipihlajan siementen itävyys on ollut alhainen pelkän kylmäkäsitelyn jälkeen, sitä on 6 viikon tai pitemmällä lämpökäsittelyllä saatu parannetuksi. Lämpökäsittely on kaikissa tapauksissa lyhentänyt itämisaikaa. Lämpökäsittelynä on käytetty +15 – +25 °C:n lämpötilaa ja kylmäkäsitelynä +1 tai +3 °C:n lämpötilaa. Lämpökäsittelyn teho on ollut huonompi, jos myöhemmän kylmäkäsitelyn lämpötila on ollut korkeampi kuin +3 °C (Lenartowicz 1988).

Itävyyttä on voitu parantaa stratifioinnin yhteydessä happokäsittelyllä ja kemiallisella käsittelyllä, mutta niillä ei ole voitu poistaa stratifioinnin tarvetta. Kokeissa käytettyjä aineita ovat olleet mm. GA, kinetin ja thiourea. (Razumova 1987).

Ruotsinpihlajan siemenellä Englannissa tehdyissä taimitarhakokeissa on todettu, että 1 kk:n lämpökäsittely +20 – +30 °C:n lämpötilassa ja 4 kk:n kylmäkäsitely +3 °C:n lämpötilassa ovat estäneet esi-itämisen käsittelyn aikana, ja taimisaanto tarhalla on ollut 63 %. Kun saman lajin siemenille on tehty vain 4 – 5 kk:n (+3 °C) kylmäkäsitely, on esi-itäminen käsittelyn aikana ollut 33 – 61 %, mutta taimisaanto tarhalla vain 6 – 13 %. Ilman esikäsit-

telyä on taimisaanto tarhalla ollut 6 %. Esi-itäneet siemenet vaurioituvat kylvön aikana, tai niistä voi kasvaa käyristyneitä taimia, jotka eivät ole mynn-  
tikelpoisia. (Gordon ja Rowe 1982).

Esikäsiteltyjen siementen idätykseen suositellaan jaksoittain vaihtuvaa läm-  
pötilaa (16 h +20 °C:ssa ja 8 h +30 °C:ssa) ja tasaista valaistusta (Gordon ja  
Rowe 1982). Idättää voidaan myös +15 – 20 °C:n lämpötilassa (Young ja  
Young 1992). Nopea itävyydesti on mahdollista tehdä irrotetuilla alkioidilla,  
joita idätetään +20 °C:n lämpötilassa 6 vrk. Tämä testi antaa n. 20 % parem-  
man tuloksen kuin normaali idätys stratifioidulla siemenellä. Tetrazoliumtesti  
tuottaa myös paremman arvion itävyydestä kuin normaali idätystesti (Harris  
ja Stein 1974).

### **Kylvö**

Stratifioimaton siemen kylvetään syksyllä tai aikaisin talvella. Sheat (1948)  
suosittelee kylvöä heti keräyksen jälkeen. Myös kylvö heinä- elokuussa voi  
antaa tyydyttävän tuloksen seuraavana keväänä. Monet siemenet itävät vas-  
ta 2. tai 3. kesänä, jos kylvöajankohta on ollut myöhään keväällä tai jos  
siemen on stratifioimaton. Pihlajan siemenet voivat mennä sekundääriseen  
lepotilaan, jos ne pannaan lämpimään idätykseen tai lämpimään idätys-  
penkkiin eikä stratifiointi ole vielä ollut täydellistä (Gordon ja Rowe 1982).  
Jo +15 – +20°C:n idätyslämpötila 11 viikon (+1°C) kylmäkäsittelyn jälkeen  
on aiheuttanut kotipihlajan siemenille sekundääriseen lepotilan (Baldwin  
1942). Stratifiointi on ajoitettava niin, että siemenet ovat kylvettävissä ke-  
väällä heti aikaisimpana mahdollisena kylvöaikana. Näin vältetään em. liian  
korkeasta kylvöpenkin lämpötilasta johtuva sekundäärinen lepotila. Kylvö  
voidaan tehdä myös kuivattuna marjamassana, josta siemeniä ei ole eroteltu  
(Harris ja Stein 1974, Gordon ja Rowe 1982). Jos siemeniä ei ole poistettu  
marjoista, itäminen on hidasta ja itävyys on alhainen. Välimerenpihlajan (*S.  
domestica*) kokonaisten marjojen kylvö on todettu hyödyttömäksi (Rohmer-  
der 1951). Suonenjoen tutkimustaimitarhalla toukokuussa (1993) avomaan  
turvealustalle kylvetty, kuivana varastoitu, esikäsittelemätön kotipihlajan sie-  
men on itänyt seuraavana keväänä heti lumen sulamisen jälkeen. Itäminen  
on ollut yhtäaikaista ja tasainen (Kirjoittajan julkaisematon aineisto).

## **7.7 Lehmukset (*Tilia*)**

### *Keräys, puhdistus ja kuivaus*

Lehmuksella on pähkylämäinen hedelmä. Metsälehmuksen (*T. cordata*) he-  
delmät kerätään puista syyspakkasten jälkeen, kun tukilehdet ovat muuttu-  
neet ruskeiksi (Gordon ja Rowe 1982). Ne voidaan kerätä myös hieman aikai-  
semmin. Amerikanlehmuksen (*T. americana*) siemenet ovat itäneet hyvin,  
kun hedelmät on kerätty vihertävän ruskeina, jolloin siemenkuori ei ole vie-  
lä vettä läpäisemätön ja siemenkosteus on n. 58 % (Pitel ja Wang 1988).

Puhdistuksessa tukilehti ja hedelmänseinä poistetaan. Hedelmänseinän poisto on hankalaa. Amerikanlehmuksella on käytetty kahvimyllyn tapaista laitetta, jonka läpi hedelmät on laskettu, tai hedelmät on käsitelty hapolla. Metsälehmuksen hedelmänseinä on poistettu lyömällä varstalla (Brinkman 1974). Siementen koko vaihtelee, esim. metsälehmuksella niitä on 23 000 – 38 000 kpl/kg (Gordon ja Rowe 1982).

### ***Varastointi***

Varastointia varten siemenet on kuivattava alle 15 %:n vesipitoisuuteen (Gordon ja Rowe 1982). Varastoitaessa useita vuosia on suositeltava sienenkoskeus 10 – 12 %. Varaston lämpötilan tulisi olla +5 °C tai sitä alhaisempi. Säilytys kosteassa hiekassa ja matalassa lämmössä on myös mahdollista. Amerikanlehmuksen siemeniä on säilytetty 2 vuotta kuivassa huoneenlämmössä, mutta pitemmässä varastoinnissa tarvitaan alhaisempi lämpötila. Metsälehmuksen siemeniä, joiden siemenkoskeus on ollut 10 – 12 % on säilytetty 2 – 3 vuotta kuivassa varastossa itävyyden säilyessä korkeana (Brinkman 1974). Hopealehmuksen (*T. tomentosa*) siemenet suositellaan kuivattavaksi 6 – 7 %:iin. Ne varastoidaan suljetuissa astioissa +13 – +14 °C:n lämpötilassa, jolloin itävyys säilyy 2,5 – 3,5 vuotta (Vlase ym. 1973).

### ***Esikäsittely ja idätystesti***

Lehmuksilla on sitkeä kuituinen hedelmänseinä, kova vettä läpäisemätön siemenkuori ja syvä fysiologinen lepotila. Hyvää esikäsittelymenetelmää ei vielä tunneta. Yleisin esikäsittelymenetelmä on lämpö- ja kylmästratifiointi. Metsälehmukselle suositellaan 1 – 5 kk:n lämpökäsittelyä +20 – +30 °C:ssa ja 4 – 5 kk:n kylmäkäsittelyä +1 – +5 °C:ssa (Gordon ja Rowe 1982, Brinkman 1974). Hollantilaiset ovat tehneet stratifiointikokeita metsälehmuksen siemenillä, jotka on kerätty lokakuun puolivälissä puusta ja marraskuun puolivälissä maasta. Lämpökäsittelyaika oli 1 – 2 kk ja kylmäkäsittely 1 – 10 kk. Myöhemmin kerättyjen siementen lepotila päättyi aikaisemmin, myös myöhemmin kerättyjen siementen itävyys oli parempi. Seitsemän kuukauden kylmäkäsittelyn jälkeen itävyys oli 49 %. Maksimi-itävyys (60 %) saatiin 10 kk:n jälkeen. Kahden kuukauden lämpökäsittely paransi enemmän aikaisemmin kerättyjen siementen itävyyttä. Kun siemenille tehtiin pelkkä hedelmänseinän poisto ilman esikäsittelyä, saatiin itävyydeksi 1 – 8 %. Itävyys nousi 5 – 24 %:iin, kun ulompi siemenkuorikin (testa) poistettiin (Blomme ja Geyter 1987).

Stratifiointiin voidaan yhdistää kuumavesikäsittely. Hedelmänseinän sitkeyden ja siemenkuoren kovuuden takia tavallinen kuumavesikäsittely ei kuitenkaan riitä, vaan siemenet upotetaan kuusi kertaa tilavuuttaan suurempaan vesimäärään, jonka lämpötila on +70 °C, ja jätetään siihen, kunnes vesi jäähtyy. Pohjalle painuneet siemenet otetaan talteen. Pinnalle jääneet siemenet liotetaan vielä neljä kertaa, ja pohjaan painuneet siemenet otetaan aina talteen. Jos vielä viidennellä kerralla on kelluvia siemeniä, ne ovat todennäköisesti tyhjiä, ja ne heitetään pois. Kuumavesikäsittelyn jälkeen kaikki vajon-

neet siemenet laitetaan 1 kk:n lämpökäsittelyyn (+20 – +25 °C), jolla saadaan alkio imemään kosteutta ja hedelmänkuori osittain käymistilaan. Lämpökäsittelystä siemenet siirretään kylmäkäsittelyyn (+1 – +5 °C), jolla niiden syvä fysiologinen lepotila saadaan päättymään. (Gordon ja Rowe 1982).

Stratifiointiin voidaan yhdistää myös happokäsittely. Amerikanlehmuksen siemen on saatu itämään kohtalaisesti, kun hedelmänseinä on mekaanisesti poistettu tai siemeniä on liotettu rikkihapossa (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 40 min ja sen jälkeen pakotettu seulan läpi. Tämän jälkeen siemenkuorta on vielä syövytetty 10 – 15 min rikkihapossa ja lopuksi stratifioitu 3 kk +1 – +4 °C:n lämpötilassa. (Brinkman 1974).

On myös mahdollista yhdistää happokäsittely ja kemiallinen käsittely, jolloin ei tarvita varsinaista stratifiointia. Kypsä amerikanlehmuksen siemen on saatu itämään parhaiten kun hedelmänseinä on poistettu, siemeniä on käsitelty 15 – 20 min rikkihapossa, pesty vedellä useita minutteja ja liotettu vielä vedessä 24 tuntia. Tämän jälkeen siemenet on kastettu kinetiiniliuokseen (1mg/l) ja gibberelliinihappoon (GA<sub>3</sub>, 500 mg/l) ja idätetty +4 °C:n lämmössä, pimeässä 2 – 2,5 kk. (Pitel ja Wang 1988).

Metsälehmuksen ja isolehtilehmuksen (*T. platyphyllos*) siemenille suositellaan idätystä hiekassa tai maassa +20 – +30 °C:n lämmössä 28 vrk. Tätä edeltää 6 – 9 kk:n kylmäkäsittely (Young ja Young 1992). Vaihtuvaa (+20 – +30 °C, 16 h / 8 h) idätyslämpötilaa suosittelevat myös Gordon ja Rowe (1982) esikäsitellyille siemenelle. Metsälehmuksen siemenien 10 erän keski-itävyydeksi on saatu 70 % (Gordon ja Rowe 1982). Tetrazoliumtestillä saadaan nopea tulos siemenen kunnosta (Willan 1985).

### **Kylvö**

Sekä syksyllä että keväällä kylvettyjen siementen itäminen kestää 2 – 3 vuotta. Amerikanlehmuksen taimia on saatu enemmän jo ensimmäisenä vuonna, jos siemenet on käsitelty rikkihapolla 5 kk ennen kylvöä. Kylvämällä kuivana varastoituja siemeniä kesä-heinäkuussa USA:ssa on metsälehmuksen siemenistä 22 – 25 % saatu itämään jo seuraavana keväänä (Brinkman 1974). Metsälehmuksen, isolehtilehmuksen ja hopealehmuksen siemenillä on saatu 2 – 3 kertaa parempi itävyys kuin täysin kypsien siementen syyskylvöstä tai stratifioitujen siementen kevätkylvöstä, kun hedelmät on kerätty ja kylvetty heti, kun ne ovat muuttuneet hieman ruskehtaviksi (Soljanik 1961). Näiden lajien siementen keräystä hieman raakoina ja kylvöä välittömästi, jolloin saavutetaan 70 – 80 %:n itävyys, suosittelee myös Dobrescu (1975). Rainio (1977) suosittelee myös metsälehmuksen siemenen kylvöä heti keräyksen jälkeen. Venäjällä Kuybishevin alueella on saatu tyydyttävä itävyys, kun edellisenä kesänä kerätyt metsälehmuksen siemenet on kylvetty ilman esikäsitteilyä elokuussa tai 3 – 4 kk:n (+3 – +10 °C) stratifioinnin jälkeen lokakuussa (Chistyakov 1940).

## 7.8 Jalavat (*Ulmus*)

### *Keräys, puhdistus ja kuivaus*

Jalavan hedelmä on siipipalteinen pähkylä. Jalavat tuottavat siementä 2 – 3 vuoden välein. Siemenet kypsyvät kesäkuussa tai heinäkuun alussa (Hagman 1979). Ne voidaan karistaa hieman raakoina puusta tai kerätä maasta. Vuorijalavan (*U. glabra*) siemenet suositellaan kerättäväksi, kun lenninsiivet alkavat muuttua ruskeiksi (Gordon ja Rowe 1982). On todettu että siperianjalavan (*U. pumila*) siemenen elinkyky lisääntyy kypsyymisen myötä ja siemenen kypsyys voidaan määrittellä myös kosteuspitoisuudesta. Kypsin siemenen kosteuspitoisuus on 30 – 40 % (Grover ym. 1962).

Tuoreet siemenet on ilmakuvattava. Myös syyskylvöä varten voidaan siemenet kuivata kevyesti, mutta liika kuivaus vähentää itämistä. Varastointia varten on siemenet kuivattava hyvin. Kuivattamalla siemeniä ohuessa kerroksessa 48 h +30 °C:n lämmössä päästään alle 10 %:n siemenkosteuteen (Hagman 1979). Lenninsiivet voidaan poistaa murskaamalla ne pussissa, mutta toimenpiteen on todettu vahingoittavan mm. valkojalavan (*U. americana*) ja siperianjalavan (*U. pumila*) siemeniä. Useimmiten jalavan siemenet kylvetään ja varastoidaan siivellisinä. Vuorijalavan siemeniä on yhdessä kilossa 66 000 – 99 000 ja kynäjalavan (*U. laevis*) siemeniä 116 000 – 205 000 (Brinkman 1974). Suomessa on vuorijalavan täysien siemenien tuhatjyväpainoksi saatu 10,8 g (Hagman 1979).

### *Varastointi*

Jalavan siemenet menettävät nopeasti itävyytensä, jos kosteus ja lämpötila eivät ole sopivat. On käytettävä alhaista varastointilämpötilaa, alhaista siemenkosteutta ja suljettuja astioita. Valko- ja valkojalavan siementä on varastoitu menestyksellisesti 15 vuotta -4 °C:n lämpötilassa, kun siemenen kosteuspitoisuus on ollut 3 %. Mutta kun varastointilämpötila on ollut +5 °C tai siemenkosteus 7 %, on itävyys alkanut heiketä 6 vuoden jälkeen (Barton 1961, Willan 1985). Siperianjalavan siemeniä suositellaan varastoitavaksi muovipusseissa 0 °C:n lämpötilassa (siemenkosteus 5 %) (Grover ym. 1962). Yhden talven yli voidaan vuorijalavan siementä varastoida ilmakuvana +2 – +10 °C:n lämpötilassa ja kynäjalavan siementä +20 °C:n lämpötilassa (Tietoja jalojen...).

### *Esikäsittely ja idätystesti*

Pääosa jalavien siemenistä ei tarvitse esikäsittelyä, mutta joidenkin lajien siemenet voivat olla lepotilassa. Valko- ja valkojalavan siemenet saattavat olla lepotilassa seuraavaan kevääseen asti, samoin amerikkalaisen punajalavan (*U. rubra*) siemenet, varsinkin pohjoisimmat alkuperät. Näiden lajien itävyyttä on parantanut 60 – 90 vrk:n stratifiointi +5 °C:n lämpötilassa (Brinkman 1974). Gordon ja Rowe (1982) eivät suosittelleet vuorijalavan siementen esikäsittelyä, vaan kylvöä heti kypsymisen jälkeen tai varastointia kuivana. Tigerstedt (1971) suosittellee vuorijalavan ja kynäjalavan siemenille 2 kk:n ja

Hämet-Ahti ym. (1992) 3 kk:n kylmäkäsittelyä +5 °C:ssa.

Siemenet idätetään hiekassa tai paperilla +20 – +30 °C:n vaihtuvassa lämmössä. Ne itävät yleensä 10 vuorokaudessa, stratifioidut siemenet 10 – 30 vuorokaudessa. Valon tarve vaihtelee eri lajeilla (Brinkman 1974). Vuorijalavan siemenille suositellaan 16 h valossa ja 8 h pimeässä (Gordon ja Rowe 1982). AOSA:n standardi suosittelee lajista riippuen +20 – +30 °C:n lämpötilaa ja 10 – 14 vrk:n aikaa (Young ja Young 1992). Idätystesteissä on kynäjalavan 22 siemenerän keski-itävyudeksi saatu 65 % ja vuorijalavan 72 siemenerän itävyudeksi 44 % (Brinkman 1974).

### ***Kylvö***

Jos siemenet kypsyvät keväällä, ne on kylvettävä välittömästi. Jos siemenet kypsyvät syksyllä, ne voivat vaatia stratifioinnin, ja ne kylvetään seuraavana keväänä (Brinkman 1974). Kypsä jalavan siemen itää heti, mutta raakana kerätyssä siemenessä on itämistä estäviä mekanismeja (Hagman 1979). Heti keräyksen jälkeen kylvetty siemen voi itää jo samana kesänä. Ennen kylvöä siemen voidaan liottaa.

## **7.9. Hevoskastanjat (*Aesculus*)**

### ***Keräys, puhdistus ja kuivaus***

Hevoskastanjan siemen on kotahedelmä. Siemenet kerätään puista heti, kun siemenkodon väri alkaa muuttua kellertäväksi ja kuori alkaa avautua. Maasta siemenet on kerättävä heti, kun ne ovat pudonneet. Siemenet voidaan kuivata kevyesti huoneenlämmössä, jotta loputkin kuoret irtoavat, mutta on varottava liiallista kuivausta, etteivät siemenet menetä itävyyttään. Tuoreen balkaninhevoskastanjan (*A. hippocastanum*) siemenen kosteus on 49 %, ja hiukan kuivatun kosteus voi olla 38 % (Rudolf 1974). Hevoskastanjan siemenet on käsiteltävä kuten tammen siemenet, eikä niitäkään saa päästää kuivumaan liikaa. Balkaninhevoskastanjan siemeniä ei saisi kuivata alle 45 %:iin (Gordon ja Rowe 1982). Yhdessä kilossa on 50 – 300 siementä.

### ***Varastointi***

Hevoskastanjan siemenet menettävät varastossa nopeasti itävyytensä. Ne voidaan säilyttää kosteassa, viileässä varastossa talven yli (Sheat 1948, Gordon ja Rowe 1982). Tuoreiden siementen itämistarmo on saatu säilymään 6 kk varastoitaessa muovipusseissa +1 °C:ssa. Nämä varastointiolosuhteet ovat samat kuin stratifioinnissa, mikä johtuu tuoreen siemenen korkeasta vesipitoisuudesta. Kun siemeniä on varastoitu 13 kk -1 °C:ssa suljetuissa pakkauksissa ilman, että kosteutta on lisätty, on itävyys laskenut 85 %:sta 60 %:iin. Varastoinnin jatkuttua 15 kk:een itävyys putosi 25 % :iin (Rudolf 1974).

### ***Esikäsittely ja idätystesti***

Balkaninhevoskastanja, keltahevoskastanja (*A. octandra*) sekä ohionhevos-

kastanja (*A. glabra*) ja *A. sylvatica*-laji vaativat kylmäkäsittelyn. Se tehdään +5 °C:n lämpötilassa 4 kk:n ajan tai siemeniä säilytetään suljetuissa astioissa 3 – 4 kk tai kauemmin +1 °C:ssa (Rudolf 1974). Gordon ja Rowe (1982) eivät suosittele balkaninhevoskastanjan siemenille varsinaista stratifiointia, vaan kostean ja kylmän varastoinnin.

Stratifioidut siemenet idätetään hiekassa tai märällä paperilla jatkuvassa valossa lämpötilan vaihdellessa (+20 – +30 °C). Stratifioimattomille balkaninhevoskastanjan siemenille suositellaan 48 tunnin liotusta vedessä, jonka jälkeen siemenen arpisesta päästä leikataan 1/3 pois siemenkuorta poistamatta. Sitten siemenet pannaan hiekka-alustalle +20 – +30 °C:n lämpötilaan 21 vuorokaudeksi (Rudolf 1974). Samaa lämpötilaa suosittelee myös AOSA:n standardi 1985 (Young ja Young 1992).

### **Kylvö**

Siemenet kylvetään syksyllä heti keräyksen jälkeen, etteivät ne pääse kuivumaan. Talven yli varastoidut tai stratifioidut siemenet kylvetään keväällä. Itäminen tapahtuu 3 – 4 viikossa. Syksyllä kylvetty siemen itää keväällä yleensä hyvin (Rudolf 1974, Sheat 1948). Gordon ja Rowe (1982) suosittelevat siementen liotusta lämpimässä vedessä ennen kevätkylvöä.

## **7.10. Valkopyökkit (*Capinus*)**

### **Keräys, puhdistus ja kuivaus**

Valkopyökin siemen on pähkinä. Siemenet kerätään, kun ne ovat vaaleanvihertävän ruskeita tai ruskeita, ennen kuin ne kuivuvat myöhemmin syksyllä. Mieluiten niiden pitäisi olla vihertäviä, kuitenkin täysikokoisia. Puolassa on kuitenkin täysin kypsien euroopanvalkopyökin (*C. betullus*) siementen myöhäisellä syyskeräyksellä loka- marraskuussa saatu hyvä itävyys. Siemenet kuivataan ohuena kerroksena viileässä, hyvin ilmastoidussa huoneessa tai katoksessa. Sitten suojuslehdet irrotetaan hakkaamalla niitä säkissä tai kärtämällä erilaisia siipienpoistolaitteita. Irronneet suojuslehdet ja roskat erotellaan seulomalla tai puhaltamalla. Siemenet voidaan kuivata huoneenlämmössä ja säilyttää suljetuissa astioissa, kunnes esikäsitely aloitetaan 3 – 4 kk ennen kylvöä. On myös mahdollista säilyttää siemeniä stratifiointiolosuhteissa, +2 – +9 °C:n lämpötilassa, kosteassa hiekassa tai turpeessa jopa 2 vuotta, ellei siemeniä ei ole kuivattu (Rudolf ja Phipps 1974). Euroopanvalkopyökillä on kilossa 16 000 – 30 800 siementä.

### **Varastointi**

Varastointia varten siemenet voidaan kuivata alle 12 %:n kosteuteen (Gordon ja Rowe 1982). Euroopanvalkopyökin siemeniä on varastoitu 14 kk +3°C:n lämpötilassa siemenkosteuden ollessa 10 %, suljetuissa astioissa, itävyyden kärsimättä (Rudolf ja Phipps 1974).

### ***Esikäsitteily ja idätystesti***

Valkopyökin siemenillä on mekaaninen lepotila, ja ne vaativat stratifioinnin. Euroopanvalkopyökin siemenille suositellaan 1 kk:n lämpö- ja 3–4 kk:n kylmäkäsitteilyä ja amerikanvalkopyökille (*C. caroliniana*) 2 kk:n lämpö- ja 2 kk:n kylmäkäsitteilyä (Gordon ja Rowe 1982, Rudolf ja Phipps 1974). Vain 3–4 kk:n kylmäkäsitteilyä euroopanvalkopyökin siemenille suosittelevat Young ja Young (1992). Kuivia siemeniä liotetaan ensin vedessä 6 tuntia, minkä jälkeen kelluvat siemenet erotellaan pois, sillä ne eivät ole itämiskykyisiä. Hieman pitempää (6 kk) kylmäkäsitteilyä 1 kk:n lämpökäsittelyn jälkeen esittävät Labeke ja Geyter (1989). Gibberelliinihappokäsittely ( $GA_3$ ) on lisännyt amerikanvalkopyökin stratifioitujen siementen itävyyttä, mutta sillä ei ole voitu korvata stratifiointia. Stratifiointi on ollut tehokkaampi menetelmä kuin pelkkä  $GA_3$ -käsitteily (Bretzloff ja Pellett 1978 ja 1979).

Esikäsitteilyjen siementen idätyslämpötiloina vuorottelevat  $+15\text{ °C}$  16 tunnin jaksoina ja  $+25\text{ °C}$  8 tunnin jaksoina. Siemeniä idätetään 60–70 vrk jatkuvassa valossa (Rudolf ja Phipps 1974, Gordon ja Rowe 1982).

### ***Kylvö***

Lountaisesti siemenet itävät usein vasta toisena vuonna varisemisen jälkeen. Hyvä itämistulos jo ensimmäisenä kesänä on saatu, kun siemenet on kerätty hieman vihreinä, kylvetty välittömästi tai stratifioitu yli talven ja kylvetty keväällä (Young ja Young 1992, Gordon ja Rowe 1982).

## **7.11 Pyökkit (*Fagus*)**

### ***Keräys, puhdistus ja kuivaus***

Pyökin siemen on piikkisen kehdon suojaama pähkinä. Pähkinät kerätään ensimmäisten syyspakkasten jälkeen kun kuoret ovat avautuneet. Jos kuoret ovat vielä kerättäessä kiinni tarvitaan kevyt kuivaus ohuena kerroksena, jotta kuoret irtoavat ja ne voidaan erottaa seulalla (Brinkman ja Leak 1974). Puhtaita euroopanpyökin (*F. sylvatica*) pähkinöitä on kilossa 3 400–6 400 kpl. (Gordon ja Rowe 1982). Tuoreiden pähkinöiden kosteus on 50–55 %. Ne kuivataan hitaasti,  $+15\text{–}+20\text{ °C}$ :n lämpötilassa ja tehokasta ilmanpuhallusta käyttäen. Jos on tarkoitus varastoida vain yksi talvi, siemenet kuivataan 20–30 %:n kosteuteen. Jos varastoidaan pitempi aika, jatketaan kuivausta edelleen hitaasti aina 8–10 %:iin asti (Rudolf ja Leak 1974, Gordon ja Rowe 1982, Willan 1985).

### ***Varastointi***

Talven yli varastoitaaessa 20–30 %:n kosteuspuoisuuteen kuivatetut pähkinät säilytetään suljetuissa, vajaisissa muovipusseissa  $0\text{–}+5\text{ °C}$ :n lämpötilassa. Näissä olosuhteissa niitä voidaan varastoida 3–4 kk, minkä jälkeen aloitetaan stratifiointi. Pitemmässä varastoinnissa, jota varten siemenet on kui-

vattu 8 – 10 %:n kosteuteen, voidaan varaston lämpötila pudottaa -5 – -10 °C:een. Näin on mm. Puolassa ja Ranskassa varastoitu euroopanpyökin siemeniä hyvin tuloksin 4 – 6 vuotta (Willan 1985).

### ***Esikäsitely ja idätystesti***

Esikäsitelyn tarve ja pituus riippuu mm. varastointitavasta, varastoinnin pituudesta ja siementen kosteudesta. Euroopanpyökille suositellaan 1 – 5 kk:n kylmäkäsitelyä. Pitkäaikaisen varastoinnin jälkeen esikäsitely aloitetaan +3 °C:n lämpötilassa. Siemenkosteus nostetaan vähitellen 30 %:iin kastelemalla tai pitämällä siemeniä kosteassa kompostissa (Gordon ja Rowe 1982). Näissä olosuhteissa esikäsitelyä jatketaan, kunnes ensimmäiset itämisen merkit näkyvät. On tärkeää että itäminen alkaa matalassa lämmössä. Tämän jälkeen siemenet siirretään +20 °C:n lämpötilaan, jotta sirkkataimi kehittyisi (Willan 1985, Gordon ja Rowe 1982). Siemeniä voidaan idättää myös imupaperilla, +20 – +30 °C:ssa 24 viikkoa. Idättämistä on edeltänyt 28 vrk:n kylmäkäsitely +3 – +5 °C:ssa (Young ja Young 1992). Lepotilassa oleva siemen itää vain +3 °C:n lämpötilassa, mutta siemen, jolla ei ole lepotilaa, sallii laajemman lämpötilan vaihtelun. Hyviä tuloksia onkin saatu tasaisen +15 °C:n lämpötilan lisäksi sekä jaksotuksella 16 tuntia +5 °C:ssa ja 8 tuntia +20 °C:ssa että jaksotuksella 16 tuntia +3 °C:ssa ja 8 tuntia +20 °C:ssa (Muller 1993).

Euroopanpyökin siemenillä on saatu hyviä tuloksia kokeissa, joissa stratifiointi ja lepotilan päättäminen on tehty ennen varsinaista varastointia. Kokeissa on 28 – 30 %:n kosteuspitoiset siemenet stratifioitu muovikonteissa +4 °C:n lämpötilassa. Stratifiointin jälkeen siemenet on kuivattu 8 %:iin ja varastoitu suljetuissa konteissa -5 °C:n lämpötilassa 42 kk (Muller ja Bonnet-Masimbert 1989).

### ***Kylvö***

Syyskylvö antaa tyydyttävän tuloksen. Keväällä kylvettävä siemen on esikäsiteltävä. Kaikki siemenet eivät välttämättä idä ensimmäisenä kesänä (Sheat 1948, Rudolf ja Leak 1974, Gordon ja Rowe 1982).

## **7.12 Jalopähkinät (*Juglans*)**

### ***Keräys, puhdistus ja kuivaus***

Jalopähkinän hedelmä (pähkinä) on iso luumarja. Pähkinät kerätään heti, kun kuoret ovat muuttuneet mustiksi, mutta eivät ole vielä pehmenneet. Jos pähkinät ovat puussa tai maassa liian kauan, alkavat kuoret pilaantua, ja ne on vaikea irrottaa. Lopulta kuoret kuivuvat eivätkä lähde irti ollenkaan. Oikeaan aikaan kerättyinä kuoret voi irrottaa käsin tai erilaisilla erottelijoilla. Irronneet kuoret ja tyhjät siemenet voidaan erotella kelluttamalla (Gordon ja Rowe 1982). Siemenet itävät kuorellisinakin, mutta puhtaina niitä on helpompi käsitellä. Jos siemenet käsitellään fungisideilla, on kuorien poisto

välttämätön (Brinkman 1974). Siemenet kuivataan hitaasti hyvin ilmastoitussa paikassa (Gordon ja Rowe 1982).

### **Varastointi**

Jalopähkinät säilyvät kuten tammenterhot ja hevoskastanjat. Pähkinät joiden vesipitoisuus on 20 – 50 %, varastoidaan muovipusseissa +1 – +3 °C:n lämpötilassa tai ulkona maakuopassa (Sheat 1948, Brinkman 1974). Ne voidaan myös kuivata ja varastoida kuivina. Saksanpähkinän (*J. regia*) siemen voidaan kuivata n. 15 %:n vesipitoisuuteen (Gordon ja Rowe 1982). Kokeissa on varastoitu kosteudeltaan 15 – 50 -prosenttisia mustajalopähkinän (*J. nigra*) siemeniä -7 – +3 °C:n lämpötiloissa 1 – 3 vuotta suljetuissa muovipusseissa. Vuoden varastoinnin jälkeen itävyys on ollut yhtä hyvä kuin tuoreilla siemenillä. Mutta kahden vuoden jälkeen on itävyys pudonnut jyrkästi (Williams 1971). On myös mahdollista jatkaa varastointia stratifioinnin jälkeen. Syvässä kuopassa stratifioidun mustajalopähkinän siemenen elinkyky on säilynyt vielä 4 vuotta erilaisissa varastointiolosuhteissa (Williams 1971).

### **Esikäsitely ja idätystesti**

Siemenillä on alkiolepo ja kova siemenkuori, joten ne vaativat kylmäkäsitelyn 3 – 5 kk +1 – +5 °C:n lämpötilassa (Brinkman 1974, Gordon ja Rowe 1982). Itämisen nopeuttamiseksi kuivat siemenet voidaan liottaa +18 – +23 °C:n vedessä useita vuorokausia. Niinkin kuivaksi kuin 6 %:n siemenkosteuteen kuivattu saksanpähkinän siemen on säilyttänyt elinkykensä ja imeinyt vettä nopeasti (Velkov ja Popov 1976). Liotettaessa siemeniä +25 °C:n vedessä 3 vrk on esikäsitelyaikaa voitu lyhentää, ja jo 16 – 28 vrk:n käsittely +10 – +15 °C:n lämpötilassa pimeässä on riittänyt (Velkov ja Popov 1973). On mahdollista käyttää myös pitempää stratifiointiaikaa. Etelä-Ontariossa on mustajalopähkinän siemeniä stratifioitu kosteassa hiekassa 0 °C:n lämpötilassa. Siemenistä, joita oli stratifioitu 19 kk iti 69 – 81 % 3 viikossa kylvön jälkeen; 7 kk stratifioiduista siemenistä iti vain 10 – 12 % 12 viikossa; 31 kk stratifioiduista siemenistä monet alkoivat itää jo käsittelyn aikana ja tuhoutuivat kylvöpenkissä kokonaisuittävyyden ollessa 57 % (Althen 1971).

Esikäsitelty siemen pitäisi idättää +20 – +30 °C:n vaihtuvassa lämpötilassa, kosteassa hiekassa tai paperipyyhkeiden välissä. Poistamalla pieni osa kuorta voidaan testausaikaa lyhentää. Stratifioitu siemen itää normaalisti 4 viikossa, mutta itämisaika vaihtelee eri lajien ja siemenerien välillä (Brinkman 1974, Young ja Young 1992).

### **Kylvö**

Saksanpähkinän siementen taimitarhakokeet Ukrainassa (Agarkov 1974) ja hieman raakana kerätyn mandsurianjalopähkinän (*J. mandshurica*) kenttäkokeet Valkovenäjällä (Zaharik 1966) osoittavat, että syyskylvö heti keräyksen jälkeen antaa paremman itämistuloksen ja parempilaatuiset taimet kuin stratifioidun siemenen kevätkylvö. Samaan tulokseen on päädytty myös mustajalopähkinän siemenillä USA:n keskivaltioiden taimitarhoilla (Williams

1971). *J. hindisii*-lajin siemeniä on ennen syyskylvöä liotettu kuumavesikäsitellyssä +88 °C:n vedessä 1,5 – 2 min. Kylvösyvyys kylvöpenkissä on 2 – 5 cm. Penkki peitetään sahanpuruilla, oljilla tai ylimääräisellä mullalla syys- ja keväthallojen takia. Peitto poistetaan, kun itäminen on alkanut keväällä (Sheat 1948, Brinkman 1974, Gordon ja Rowe 1982).

## Kirjallisuus

- Agarkov, I. V. 1974. Determining the optimum dates of sowing for *Juglans regia* L. seed. Nauch. tr. Ukraina s kh. akad., No. 132. s. 47–50.
- Althen, F. W. 1971. Extended stratification assures prompt Walnut germination. For. Chron 47 (6): 349.
- Antikainen, M. 1992. Tammimetsien hoito. Helsingin Yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisu 1, Helsinki. 105 s.
- Baldwin, H. I. 1942. Forest Tree Seed of the north temperate regions with special reference to North America. Waltham Mass. USA. Chronica Botanica Company. 240 s.
- Barton, L. V. 1961. Seed Preservation and Longevity. Leonard Hill Ltd London. 216 s.
- Basharuddin, J. & Smith, M. L. 1993. After-ripening requirement, dormancy and germination in rowan (*Sorbus aucuparia* L.). Julkaisussa: Dormancy and barriers to Germination. Proceedings of an international symposium of IUFRO Project Group P2.04-00 (Seed Problems) Victoria, British Columbia, Canada April 23–26, 1991 (Compelled and edited by D. G. W. Edwards) Forestry Canada, Pacific Forestry Center. s. 1–5.
- Blomme, R. & de Geyter L. 1987. Seed treatment of *Tilia cordata* L. Verbondsnieuws voor de Belgische Sierteelt 31(1): 35–37.
- & de Geyter, L. 1978. Problems in the germination of *Corylus avellana* L. (hazel). Problemen bij de kieming van *Corylus avellana* (hazelaar). Verbondsnieuws voor de Belgische Sierteelt 22(5): 173–175.
- Bonner, F. T. 1974. Seed testing. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 136–152.
- Mc Lemoire, B. F. & Barnet, J. P. 1974. Presowing treatment of seed to speed germination. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 126–135.
- 1974. *Fraxinus* L. Ash. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 411–416.
- Bretzloff, L. V. & Pellett, N. E. 1978. Germination studies with *Carpinus caroliniana*. Hort Science 13(3): sect. 2, s. 386.
- & Pellett, N. E. 1979. Effect of stratification and gibberellic acid on the germination of *Carpinus caroliniana* Walt. Hort Science 14(5): 621–622.
- Brinkman, K. A. 1974. *Corylus* L. Hazel, Filbert. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 343–345.
- 1974. *Juglans* L. Walnut. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 454–459.
- 1974. *Tilia* L. Basswood, linden. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 810–812.
- 1974. *Ulmus* L. Elm. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 829–834.
- Chistyakov, A. R. 1940. Summer and autumn sowings in nurseries. Lesnoe Khozyaystvo, Moscow 9: 36–43.

- Cooper, C., Struve, D. K. & Bennett, M. A. 1991. Pericarp splitting after aerated water soak can be used as an indicator of red oak seed quality. *Canadian Journal of Forest Research* 21: 1694–1697.
- Dirr, M. A. & Heuser, C. W. jr. 1987. *The Reference Manual of Woody Plant Propagation, From Seed to Tissue Culture*. Varsity Press, Inc. Georgia USA. 239 s.
- Dobrescu, Z. 1975. Increasing the present nursery production of *Tilia* spp. *Revista Padurilor Industria Lemnului, Celuloza si Hirtie, Silvicultura si Exploatarea Padurilor*. 90(3): 145–146.
- Grisez, T. J. 1976. Black Cherry seeds storied 8 years. *Tree Planters Notes* 27(3): 20–21, 24.
- 1974. *Prunus L. Cherry, peach and plum*. *Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington D. C. s. 658–673.
- Gordon, A. G & Rowe, D. C. F. 1982. *Seed Manual for Ornamental Trees and Shrubs*. Forest Commission Bulletin 59 HMSO London. 132 s.
- Gosling, P. G. 1989. The Effect of Drying *Quercus robur* L. Acorns to Different Moisture Contents, followed by storage, either with or without Imbibition. *Forestry* 62(1): 41–50.
- Grover, R. Lindouist, C. H. & Martin, E. W. 1962. Seed and propagation studies, Elm seed viability., Extr. from Summ. Rep. For. Nursery Sta. Sask (21–22).
- Hagman, M. 1979. Jalavan siementuotannosta ja kasvatuksesta. *Dendrologisen seuran tiedotuksia* 10(2): 68–74
- Harris, A. S. & Stein, W. L. 1974. *Sorbus L. Mountain ash*. *Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington D. C. s. 780–784.
- Harrington, J. F. 1972. *Seed Storage and Longevity*. *Julkaisussa: Kozlovski T. T. (toim.) Seed Biology Vol. 3. Insects and Seed Collection, Storage, Testing and Certification*. Academic Press. New York and London. s. 145–245.
- Hämät-Ahti, L., Palmén, A., Alanko, P. & Tigerstedt, P. M. A. 1992. *Suomen puu- ja pensaskasvio, Dendrologinen Seura, Helsinki*. 373 s.
- Jansky, A., Hartman, W. & Stosser, R. 1988. An investigation into the germination of Turkish hazel. Inhibition of germination can be broken by gibberellinic acid. *Untershung zur Keimung der Baumhasel. Die Keimhemmung lässt sich durch Gibberellinsäure brechen*. *Deutsche-Baumschule* 40(10): 462–463.
- Justice, O. L. 1972. *Essentials of Seed Testing*. *Julkaisussa: Kozlovski, T. T. (toim.) Seed Biology Vol. 3. Insects and Seed Collection, Storage, Testing and Certification*. Academic Press. New York and London. s. 301–370.
- Krawiarz, K. 1970. The occurrence and changes in the content of a growth inhibitor in the stratified seeds of *Prunus avium*. *Arboretum Kornicke* 15: 139–154.
- van Labeke, M. C. & de Geyter, L. 1989. The storage of seeds of *Quercus* spp. *Verbondsnieuws voor de Belgische Sierteelt* 33(18): 895–897.
- & de Geyter, L. 1989. Evolution of the seed characteristics during storage and stratification of *Carpinus Betulus*. *Verbondsnieuws voor de Belgische Sierteelt* 33(13): 629–631.
- Laidlaw, T. F. 1987. Drastic temperature fluctuation – the key to efficient germination of Pin cherry. *Tree Planters Notes* 38(3): 30–32.
- Lamond, M. 1978. The pericarp and speed of germination of acorns of pedunculate oak. *Annales des Sciences Forestieres* 35(3): 203–212.
- Lenartowicz, A. 1988. Warm followed by cold stratification of mountain ash (*Sorbus aucuparia*) seeds. *Acta Horticulturae* No. 226. Vol. 1, s. 231–238. *International symposium on propagation of ornamental plants, Geisenheim, German Federal Republic Aug. 23–29, 1987*.
- Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayber, A. 1975. *The Germination of Seeds*. Second Edition. Oxford, Pergamon Press. 192. s.
- Metsäpuuiden siementen käsittely- ja analyysiohjeisto. 1980. *Metsähallitus*. 19 s.
- Muller, C. & Bonnet-Masimbert, M. 1989. Breaking dormancy before storage an improvement to processing of beechnuts (*Fagus sylvatica* L.). *Seed Science and Technology* 17(1): 15–26.
- 1993. Combination of dormancy – breaking and storage for tree seeds: new strategie for hardwood species. *Julkaisussa: Dormancy and barriers to germination. Proceedings of an international symposium of IUFRO Project Group P2.04–00 (Seed Problems)*. Victoria, British Columbia, Canada April 23–26, 1991. (toim. D. G. W. Edwards) *Forestry Canada, Pacific Forestry Centre*. s. 79–85.
- Nikolaeva, M. G. & Judin, V. G. 1963. The effect of gibberellin on the tree seeds. *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 150(3): 686–689.
- Nilsson, G. 1976. *Taimitarhavitelmä*. Kirjayhtymä, Helsinki. 136 s.

- Nygren, M. 1986. Metsäpuiden siementen itäminen. Metsäpuiden siementen käsittelyn biologiset perusteet. 11–12.12.1986, moniste. 21 s.
- Leinonen, K. & Vanhatalo, V. 1995. Metsäpuiden siemenhuollon biologiset perusteet: siementen kehitys, itäminen ja vanheneminen. Suomen Akatemian julkaisuja 3/95: 49–74.
- Olson, D. F. & Gabriel, W. J. 1974. *Acer L. Maple*. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) *Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington D. C. s. 187–194.
- 1974. *Quercus L. Oak*. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) *Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 692–703.
- Pitel, J. A. & Wang, B. S. P. 1988. Improving germination of basswood (*Tilia americana* L.) seeds with gibberellic acid. *Seed Science and Technology* 16(1): 273–280.
- Pollock, B. M. & Roos, E. E. 1972. *Seed and Seedling Vigor*. Julkaisussa: Kozlowski, T. T. (toim.) *Seed Biology Vol. 1. Importance, Development and Germination*. Academic Press. New York and London. s. 313–387.
- Rainio, R. 1977. Niinipuun viljely ja kasvatusta (3. osa). *Dendrologisen seuran tiedotuksia* 8(2): 65–69.
- 1986. Tammen viljely. *Sorbifolia* 17(1): 9–19.
- Razumova, M. V. 1987. Biology of seed germination in species of the genus *Sorbus* (Rosaceae). *Botanicheskii Zhurnal*. 72(1): 77–83.
- Rikkihapon käyttöturvallisuustiedote 1992. Julkaisussa: Laboratoriokemikaalien käyttöturvallisuustiedotteita, osa 2. Pro SL Oy, 1993.
- Roberts, E. H. 1979. *Elinkyky*. Julkaisussa: Kallio, P. & Rousi, A. (toim.) *Kasvien maailma. Otavan iso kasvitietosanakirja*, osa 1. s. 248–249.
- 1979. *Itäminen*. Julkaisussa: Kallio, P. & Rousi, A. (toim.) *Kasvien maailma. Otavan iso kasvitietosanakirja*, osa 2. s. 540–543.
- Rohmeder, E. 1951. Contributions to the physiology of germination of forest plants. *Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen*. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München. 140 s.
- Rudolf, P. O. 1974. *Aesculus L. Buckeye, horsechestnut*. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) *Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 195–200.
- & Phipps, H. 1974. *Carpinus L. Hornbeam*. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) *Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 266–268.
- & Leak, W. B. 1974. *Fagus L. Beech*. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) *Seeds of Woody Plants in the United States, Agriculture Handbook No. 450*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C. s. 401–405.
- Ryynänen, L. 1980. Männyn siementen varastointi ja vanheneminen. *Folia Forestalia* 428. 11 s.
- 1986. Siementen varastointi. Metsäpuiden siementen käsittelyn biologiset perusteet, moniste. 12 s.
- Savonen, E.-M. 1992. Kasvu-hormonit ja siementen dormanssi. Siemenpäivät Siitlinjärvellä (toim. Smolander, H. & Pulkkinen, M.). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 91–98.
- Sheat, W. G. 1948. *Propagation of Trees, Shrubs and Conifers*. London. 479 s.
- Sholokhov, L. V., Bogoroditskii, I. I., Kosov, G. F. & Kiryushin, V. A. 1975. Machine for scarifying seeds with the superheated steam. *Lesnoe Khozyaystvo* 10: 86–88.
- Shumulina, Z. K. 1940. (1) General methods of stratification for the seed of tree and shrub species. (2) The stratification of the seed of different forest species. *Lesnoe Khozyaystvo*. Moscow (1) 2, (32–36), (2) 3, (35–38).
- 1940. Stratification of seeds of tree and shrub species. *Stratifikatsiya semyan drevesnykh i kustarnikovykh porod*. Goslestekhzdat, Moscow. 68 s.
- Simeonov, A. 1975. Stimulating the germination of *Fraxinus excelsior* seeds by treatment in an aqueous solution of molybdenum. *Gorsko-Stopanstvo* 31(8): 45–47.
- Smolander, H. & Sievänen, R. 1990. Vesi kasvutekijänä: kasvien haihdunnan ja fotosynteesin tarkastelua. Julkaisussa: Lahti, L. & Smolander, H. (toim.) *Johdatus metsien perustuo-tantobiologiaan. Silva Carrelia* 16. Joensuun Yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. s. 129–154.
- Sokolov, V. S. 1963. Effect of Gibberellin solutions on the germination of seeds of tree species. *Lesn. Z., Arhangel'sk* 6(1): 9–12.
- Soljanik, I. 1961. Production of seedlings from seed that has not completely ripened. *Prozvodnja sadnica od nezrelog sumskog semena*. *Sumarstvo* 14(5/6): 161–167.

- Stein, W. L., Slabaugh, P. E. & Plummer, A. P. 1974. Harvesting, Processing and Storage Of Fruits and Seeds. Julkaisussa: Shopmeyer, C. S. (toim.) Seeds of Woody Plants in the United States. Agriculture Handbook No. 450. Forest Service, Department of Agriculture. Washinton, D. C. s. 98–125.
- Suszaka, B. 1976. Increase of germinative capacity of Mazzard cherry (*Prunus avium*) through the induction of secondary dormancy. *Arboretum Kornickie* 21: 257–270.
- Tietoja jalojen lehtipuiden ja pihlajan siementen ominaisuuksista ja käsittelystä. Konekirjoite: Metsäntutkimuslaitos, Ruotsinkylän kenttäasema.
- Tigerstedt, P. M. A. 1971. Puuvartisten kasvien siemenmonistus. *Dendrologisen seuran tiedotuksia* 2(2): 12–17.
- Toth, J. & Garrett, P. W. 1989. Optimum temperature for stratification of several maple species. *Tree Planters Notes* 40(3): 9–12.
- Tylkowski, T. 1993. After-ripening of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) seeds matured in dry weather conditions. *Arboretum Kornickie* 38: 131–139.
- Uosukainen, M. 1978. Puuvartisten kasvien siementen esikäsittely. *Puutarhakalenteri* 33: 273–279.
- Velkov, D. & Popov, S. 1976. Dynamics of moisture absorption and germination of seeds of *Juglans regia* when treated before sowing. *Gorskostopanska Nauka*. 13(3): 3–12.
- & Popov, S. 1973. Studies on the pre-treatment of seeds of some forms of *Juglans regia*. *Gorskostopanska Nauka*. 10(2): 11–20.
- Villiers, T. A. 1972. Seed Dormancy. Julkaisussa: Kozlowski, T. T. (toim.) Seed Biology Vol. 2, Germination Control, Metabolism and Bathology. Academic Press. New York and London. s. 219–315.
- Vlase, I., Mihalache, A., Radulescu, S. & Voinescu L. 1973. Influence of the duration and method of storage on the viability of seeds of *Tilia tomentosa* and *Fraxinus excelsior*. *Studia Cercetari, Institutii de Cercetare, Proiectare si Documentare Silvica. Isilvicultura* 29: 141–170.
- Voipio, I., Ahonen, S. & Rautio, E. 1993. Puutarhakasvien siemenlisäys. Siemen, itäminen ja itämisen hallinta. Helsingin Yliopisto, Kasvintuotantotieteen laitos. Puutarhatieteen julkaisuja 22. 55 s.
- Wareing, P. F. 1979. *Lepotila*. Julkaisussa: Kallio, K. & Rousi, A. (toim.) Kasvien maailma. Otavan iso kasvintietosanakirja, osa 3. s. 1109–1113.
- Willan, R. L. 1985. A guide to Forest Seed Handling. FAO Forestry Paper 20/2 DANIDA Rooma. 379 s.
- Williams, R. D. 1971. Storing Black Walnut seed. 62nd Annual Report of the Northern Nut Growers Association Inc. Carbondale, Illinois, USA. s. 87–89.
- 1971. The effect of season of sowing, storage treatment and hulling on germination and growth of Black Walnut seed. *Tree Planters Notes* 22(3): 21–22.
- 1971. Stratified Walnut seed still viable after four years in storage. *Tree Planters Notes* 22(4): 1–2.
- Young, J. A. & Young, C. B. 1992. Seeds of Woody Plants in North America. Revised and Enlarged Edition Portland, Oregon USA. 407 s.
- Zaharik, D. A. 1966. Accelerated production of *Juglans mandshurica* (planting stock). *Lesn. Hoz.* 19(2): 47–48.
- Zemkova, R. I. 1984. Methods of obtaining high-quality oak seedlings. *Lesnoe-Khozyaistvo* No. 5. s. 34–35.

## Puulajikohtaiset siementen käsittelymenetelmät

PUULAJI	VARASTOINTI			ESIKÄSITTELY			IDÄTYSTESTI			
	Tapa	Siemenen kosteus %	Varast. lämp. °C	Aika v.	Lämpk. 20-30°C kk	Kylmk. 1-5°C kk	Mahdolliset muut käsittelyt	Lämp. °C	Aika vrk	Lisäohje
<i>Acer platanoides ginnala tataricum negundo saccarum rubrum campestre saccarinum pseudoplatanus</i>	kuiva	10	0 - +2	2 - 3		2 - 4	Liotus tai hedelmänseinän mekaaninen rikkominen	20	14 - 28	14 vrk riittää, jos hedelmänseinä poistetaan. Myös matala +5 - 15 °C lämpötila on mahdollista.
	"			2 - 3	0.5 - 1	3 - 4				
	"					3 - 4				
	"			2		2 - 3				
	"					(1 - 3) (2)				
	"			alle 1	1	2 - 6				
<i>Aesculus hippocastanum</i>	kostea	30	+ 2			2 - 3				
	"	35	+ 2							
<i>Carpinus betulus</i>	kostea	40 - 45	0 - +2	0.5		4		20 - 30	21 - 28	21 vrk riittää, jos ensin liotetaan 2 vrk ja arpisesta päästä leikataan 1 / 3 pois.
	"									
<i>Corylus avellana</i>	kuiva	alle 12	+ 2	1 - 2	1	4		15 - 25	60 - 70	Hiekassa.
	kostea	20 - 40	+ 2	alle 1		2 - 4		20 - 30	35 - 60	Hiekassa.
	kuiva	alle 15	+ 2	1 - 5						Hedelmänseinä voidaan poistaa.
<i>Fagus sylvatica</i>	kostea	20 - 30	0 - +5	alle 1		1 - 5		15 - 30	28	Itäminen on saatava alkuun +3 °C lämpötilassa. Myös pitkä 24 viikon idätysaika on mahdollista.
	kuiva	8 - 10	-5 - -10	5						
<i>Fraxinus excelsior pensylvanica</i>	kuiva	7 - 12	0 - -3	5 - 10	2 - 3	2 - 3	GA-happokäsittely tai liotus	20 - 30	40 - 60	10 - 14 vrk riittää paljaalla alkiolla.
	"				2	7				

PUULAJI	VARASTOINTI				ESIKÄSITTELY			IDÄTYSTESTI		
	Tapa	Siemenen kosteus %	Värist. lämp. °C	Aika v.	Lämpk. 20-30°C kk	Kylmk. 1-5°C kk	Mahdolliset muut käsittelyt	Lämp. °C	Aika vrk	Lisäohje
<i>Juglans sp.</i>	kostea kuiva	20 - 50 alle 15	+ 2	1 - 2			Liotos	20 - 30	30	Osittainen kuoren poisto nopeuttaa itämistä.
<i>Prunus padus avium</i>	kuiva	alle 12	0 - + 5	3 - 4	0.5 - 1	3 - 4	Rikkihappokäsittely, kuumavesikäsittely,	18 - 22	14	14 vrk on paljaalla alkiolla. Myös 30 - 60 vrk aikaa voidaan käyttää
<i>serotina virginiana</i>	"	"	"	"	0.5 - 1	4 - 5	mekaaninen käsittely, GA-happokäsittely tai liotos			Myös vaihtuva +5 - 30 °C lämpötila on mahdollista.
<i>maackii sargentii pensylvanica</i>	"	"	"	"	(0.5 - 1) 4 (0.5 - 1) 2	4 - 5 4 - 5 3				
<i>Quercus robur rubra</i>	kostea kostea	30 - 50	+ 2	0.5	(1 - 2) (1 - 2)		Ei aina kylmäkäsittelyä	20 - 30	14	Ensin liotus 2 vrk ja 1/3 pois arpisesta päästä. Myös 30 - 60 vrk idätysaikaa voidaan käyttää.
<i>Sorbus aucuparia intermedia aria</i>	kuiva " "	6 - 8	0 - + 2	5 - 10	0.5 0.5 0.5	2 - 4 3 - 4 3 - 4	GA-happokäsittely	15 - 30	20 - 60	Itäminen saatava alkuun +3 °C lämpötilassa. Irrotetulla alkiolla riittää 6 vrk 20 °C lämpötilassa.
<i>Tilia cordata platyphyllos americana</i>	kuiva " "	10 - 12	0 - + 2	5 - 10	1 - 5 1 - 5 4	4 - 5 5 - 6 3 - 5	Rikkihappokäsittely, kuumavesikäsittely tai GA-happokäsittely	20 - 30	28	Myös pitempi 30 - 60 vrk idätysaika on mahdollista.
<i>Ulmus glabra laevis</i>	kuiva "	3 - 5	0 - - 4	5 - 10	(2) (2)		Ei aina kylmäkäsittelyä	20 - 30	10 - 14	





