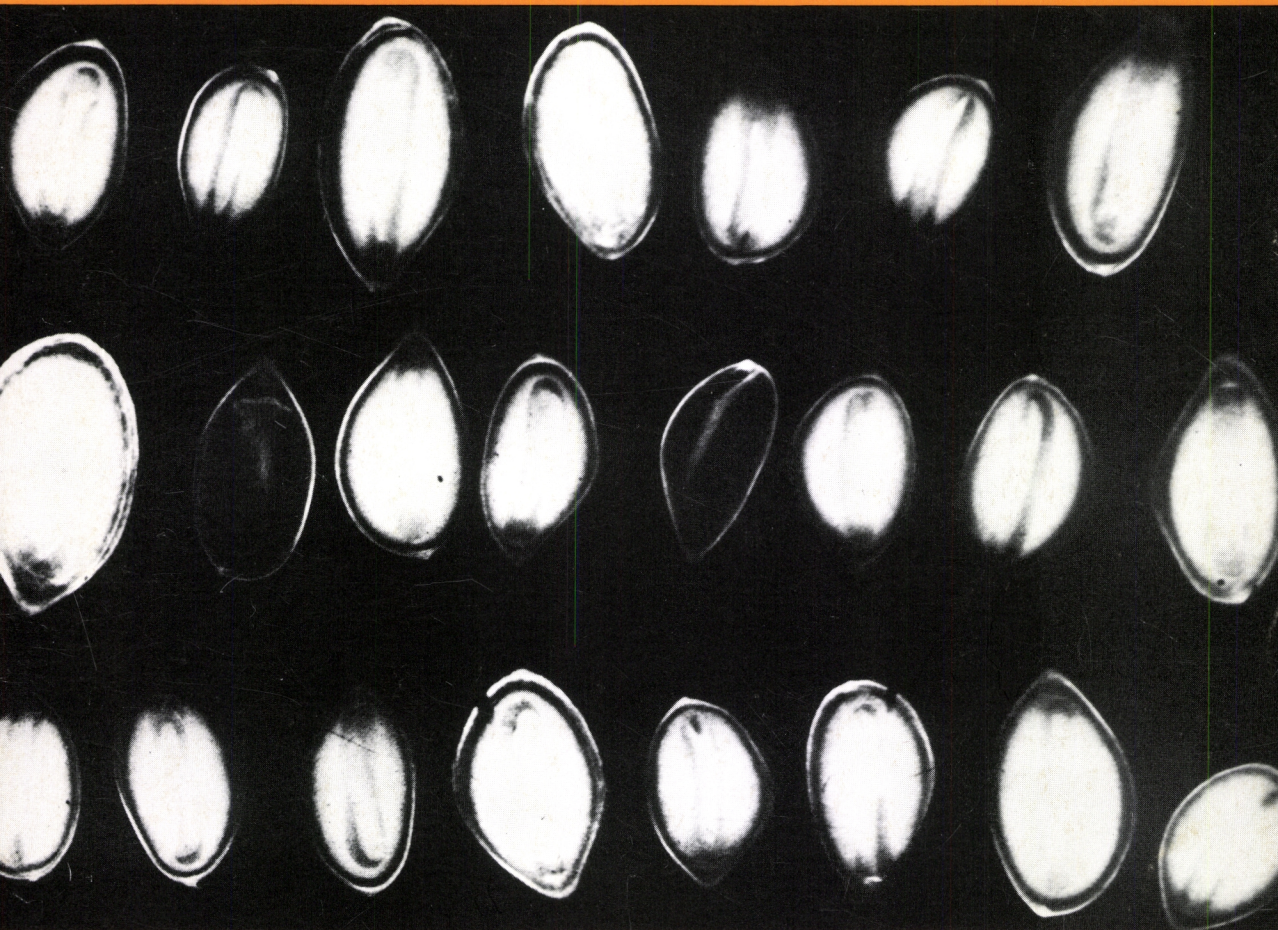


01.09.83

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

106

METSÄNJALOSTUKSEN TUTKIMUSOSASTO



LEENA RYYNÄNEN

POHJOIS-SUOMEN MÄNNYN SUURKERÄYSSIEMENEN LAATU 10 VUODEN VARASTOINNIN JÄLKEEN

HELSINKI 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 106

POHJOIS-SUOMEN MÄNNYN SUURKERÄYSSIEMENEN
LAATU 10 VUODEN VARASTOINNIN JÄLKEEN

Leena Rynnänen

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	4
3. TULOKSET	6
3.1. Itävyys	6
3.2. Itämistarmo	9
4. TULOSTEN TARKASTELU	11
5. PÄÄTELMÄT	14
KIRJALLISUUS	

1. JOHDANTO

Kolmen sääolosuhteiltaan edullisen kesän tuloksena saatiin talvella 1972 - 73 ennätysmäinen männyn siemensato. Tämä oli tilaisuus, jota oli odotettu, ja niinpä Pohjois-Suomessa ja Perä-Pohjolassa käynnistettiin ennennäkemätön männynkäpyjen keräys. Kaikkiaan kerättiin n. 6,5 miljoonaa kiloa käpyjä, joista saatiin 109 000 kg siementä. Tästä Lapin ja Koillis-Suomen osuus oli n. 6 milj. kiloa käpyjä vastaten runsasta 100 000 kg siementä. Loput vajaat 800 000 kg käpyjä, joista saatiin 7 000 kg siementä kerättiin Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueelta.

Eniten siementä Lapissa ja Koillis-Suomessa keräsi Metsähallitus, yli 70 000 kg. Keskusmetsälautakunta Tapio hankki tältä alueelta hieman yli 28 000 kg siementä. Veitsiluoto Oy, Kemi Oy ja Metsäntutkimuslaitos keräsivät samalta alueelta yhteensä n. 3 000 kg männynsiementä. Metsähallituksen ja Tapiion keräämistä siemenistä suurin osa (Metsähallituksella 73 % ja Tapiolla 86 %) oli kauppojen välittämistä kävyistä karistettua ns. yleiskeräys- eli B4-luokan siementä. Loput Metsähallituksen ja Tapiion siemenistä hankittiin ohjattuna keräyksenä. Metsähallitus käytti ohjattua keräystä etupäässä taimikoissa ja nuorissa metsissä, Tapio puolestaan hakkuukeräyksenä päätehakkuuleimikoista valituissa paraslaatusissa metsiköissä. Ohjatun keräyksen siemen kuuluu alkuperästään johtuen B3-siemenluokkaan.

Suurkeräystä suunniteltaessa pyrittiin hankkimaan siementä 10 - 15 vuoden käyttötarvetta varten. Tavoitteen

saavuttaminen, jopa ylittäminen, ei ollut vaikeaa. Ehkä suurimpana syynä tähän oli se, että kerättävää käpymäärää laskettaessa oli siemensaannoksi arvioitu 12 - 15 g käpykiloa kohden. Todellinen saanto oli kuitenkin odotettua parempi, 16,5 g käpykilosta. Toisaalta ehkäpä juuri asian saama julkisuus johti jopa paikoittaiseen ylikeräykseenkin. Vuoden 1982 lopussa oli suurkeräyssiementä vielä jäljellä n. 46 000 kg Metsähallituksella ja n. 4 000 kg Tapiolla.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut seurata talvella 1972 - 73 kerätyssä männynsiemenessä varastoinnin aikana tapahtuneita muutoksia.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Tutkittavista siemeneristä seitsemää säilytetään Metsähallinnon Imarin taimitarhan siemenvarastossa. Siemenet ovat suurina erinä, jotka on jaettu 20 kg:n muoviastioihin. Koska tutkittavana oleva Metsähallinnon siemen on karistettu kolmessa eri karistamossa Ylimaassa (M24), Patamassa (M29), ja Rahkeella (M33), käytetään tästä siemenestä jäljempänä karistamotunnuksen sijasta lyhennystä M-siemen. M-siemen on B4-luokan siementä ja se on kerätty käytännön metsänuudistamisen tarpeisiin.

Toisen ryhmän tutkittavista siemenistä muodostaa Metsäntutkimuslaitoksen Kolarin tutkimusaseman toimesta kerätty ja siellä karistettu G3-siemen. Sen neljä tutkimuksessa mukanaolevaa siemenerää ovat B3-siemenluokkaan kuuluvaa metsikkösiementä, jota on kerätty pienissä erissä

yksinomaan tutkimustarkoituksiin. G3-siementä säilytetään Kolarin tutkimusaseman kylmähuoneessa yhden litran muovipulloissa. M- ja G3-siementä on kerätty eri puolilta Lappia osittain samojen kuntien alueelta.

Siemenet on tutkittu vuosittain Kolarin tutkimusasemalla idätyskokein ja varjoaineröntgenkuvauksella. Mikäli näyte-erä on ollut riittävän suuri, on myöskin siementen kosteuspitoisuus määritetty.

Siemenet on idätetty Jacobsenin idätyslaitteessa. Näytteen suuruus on ollut 4 x 100 siementä (vrt. Metsäpuiden siementen käsittely- ja analyysiohjeisto, 1980). Lämpötila on ollut vakio, +22°C ja valaistus jatkuva (ks. esim. Kamra 1967 b, Kamra ja Simak 1968). Idätysprosentti on ilmoitettu 21 vuorokauden idätyksen jälkeen ja itämistarmo, 7 / 21, ilmaisee seitsemänä vuorokautena itäneet siemenet prosentteina 21 vuorokauden aikana itäneistä siemenistä tai vastaavasti 10 / 21 tai 14 / 21. Puhuttaessa myöhemmin itämistarmosta, tarkoitetaan 7 / 21-itämistarmoa, jollei muuta ilmoiteta.

Varjoaineröntgenkuvaus on tehty siten, että siemenet, 400 siementä kustakin erästä, on ensin liotettu steriilissä vedessä huoneen lämmössä yön yli. Tämän jälkeen siemeniä on käsitelty 1 tunti 30 %:isella BaCl₂:lla. Käsittelyn jälkeen siemeniä on huuhdottu juoksevalla vesijohtovedellä 2 - 3 min, kuivattu hellävaraisesti imupaperin välissä ja jätetty kuivumaan imupaperille yön yli huoneen lämpöön (Ryytänen M. 1980). Tämän jälkeen siemenet on ladottu valokuvauslevylle

ja kuvattu FKA₂-röntgenkoneella (Oy Havemann Ab, Helsinki) käyttäen ns. pehmeää säteilyä (Grenz-rays). Polttoväli oli 50 cm, kuvausjännite 18 kV, kuvausvirta 10 mA ja valotusaika 0,2 s. Filminä käytettiin Agfa-Gevaert Structurix D4-filmiä. Röntgenkuvien avulla siemenet luokiteltiin alkioluokkiin, joiden perusteella laskettiin odotettu itävyysprosentti. Laskuista jätettiin pois rikkoutuneet siemenet sekä siemenet, joiden siemenvalkuaisesta vähintään 25 % ja/tai alkio oli värjäytynyt BaCl₂:lla (Ryytänen, M. 1980). Samoin röntgenkuvien avulla laskettiin siementen tuleentumisaste. Siementen tuleentumisasteella tarkoitetaan tässä yhteydessä neljänneksen alkioluokan siementen prosenttiosuutta täysistä siemenistä.

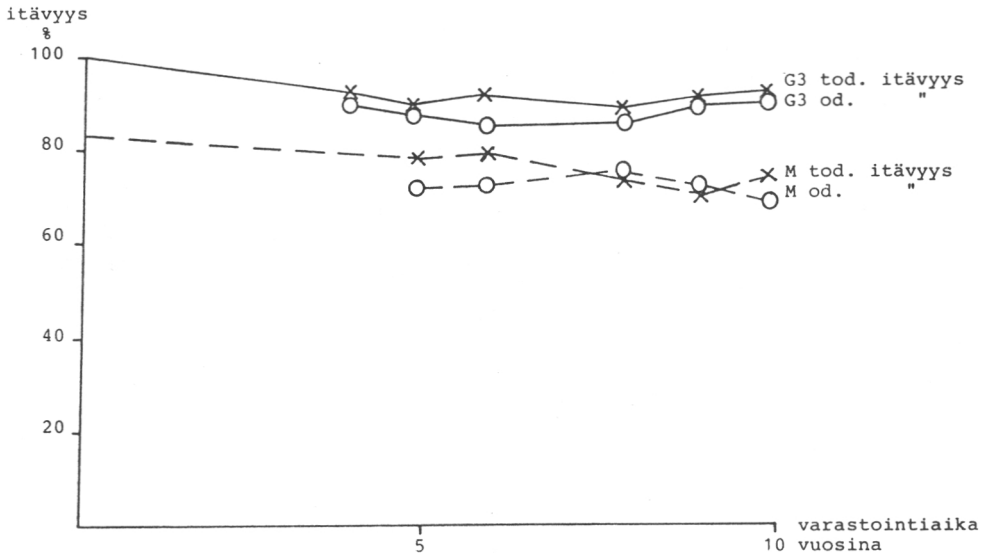
Kosteuspitoisuuden määrittämistä varten jokaisesta siemenestä otettiin 3 x 5 g:n näyte. G3-näytteet otettiin suoraan säilytysastioista, mutta M-siemeniä jouduttiin säilyttämään Kolarin tutkimusaseman kylmähuoneessa muovipusseissa parista päivästä kahteen viikkoon ennen määrittämistä, joten tämä on saattanut vaikuttaa lopputulokseen. Siemeniä kuivattiin 16 tuntia 105°C:n lämmössä. Kosteuspitoisuus on ilmoitettu prosentteina kuivaamattomien siementen painosta.

3. TULOKSET

3.1. Itävyys

M- ja G3-siementen itävyyskäyrät 10 vuoden varastoinnin aikana ovat hyvin samansuuntaiset (kuva 1). Jos tarkastellaan itävyysprosentteja lähemmin 5 :n ja 10 :n varastointivuoden kuluttua (taulukko 1), on ilmeistä, että M-

Kuva 1. Vuoden 1972 männynsiemenen itävyyden aleneminen varastoinnin aikana



siemen on viiden ensimmäisen varastointivuoden aikana säilyttänyt itävyytensä huomattavasti paremmin kuin G3-siemen. M-siemenien itävyyksien keskiarvo on viidessä vuodessa laskenut alkuperäisestä 83,4 %:sta 77,0 %:iin. Kymmenen vuoden varastoinnin jälkeen on M-siemenen itävyys laskenut 73,7 %:iin. Itävyyden aleneminen M-siemenillä sekä viiden että kymmenen vuoden varastoinnin jälkeen on tilastollisesti jokseenkin merkitsevä.

M-siemenen eri siemenerien suhteen esiintyy suurta vaihtelua itävyyden alenemisessa. Parhaiten itävyytensä säilyttäneellä Muonion siemenellä, M29-72-260, on itävyys laskenut vain 2,4 %-yksikköä, kun lasku suurimmillaan on ollut yli 22 %-yksikköä (Enontekiö, M29-72-288 ja Inari, M29-72-213).

Taulukko 1. Vuoden 1972 männynsiemenen. Todetun ja odotetun itävyyden aleneminen varastoinnin aikana.

	1973 alkup. itävyys	5 vuoden varastointi		10 vuoden varastointi	
		todettu itävyys	odotettu itävyys	todettu itävyys	odotettu itävyys
Muonio	87	86,0	76,8	84,6	76,8
Sodankylä pohj.	80	81,3	78,6	75,9	74,6
Sodankylä et.	78	76,4	70,5	69,8	68,1
Kittilä pohj.	87	75,1	72,5	84,4	72,1
Enontekiö	80	70,5	63,6	57,8	50,3
Savukoski	88	80,3	76,5	81,8	71,6
Inari	84	69,6	62,1	61,6	57,3
Ka. M-siemen	83,4	77,0	71,5	73,7	67,3
Muonio	100	91,0	85,6	85,2	89,1
Kolari	100	77,6	81,7	89,1	90,1
Rovaniemi mlk	100	94,7	91,9	95,4	89,0
Inari	100	87,8	85,7	92,7	86,5
Ka. G3-siemen	100	87,8	86,2	90,6	88,7

Odotettua itävyyttä on tutkittu vuodesta 1978 lähtien. Sen käyrä on samansuuntainen kuin todellisenkin itävyyden, mutta suoraviivaisempi, koska siihen eivät vaikuta todellisen itävyyden haittapuolina olevat ulkoisten olosuhteiden heilahtelut (kuva 1). Viiden viimeisen varastointivuoden aikana on M-siemenen odotettu itävyys laskenut 4,2 %-yksikköä (taulukko 1).

G3-siemenen keskimääräinen itävyys on sekä todetun että odotetun itävyyden mukaan pudonnut viiden ensimmäisen säilytysvuoden aikana yli 10 %, 100 %:sta 87,8 %:iin / 86,2 %:iin (kuva 1, taulukko 1). Tämän jälkeen ei itävyys ole alentunut. G3-siemenen itävyyden huononeminen viiden vuoden varastoinnin jälkeen on tilastollisesti merkitsevä.

3.2. Itämistarmo

Nopeammin kuin itävyydessä näkyy siementen vanheneminen itämistarmon alenemisessa. Itämistarmosta on nyt tutkittavilla siemenillä tiedot vuodesta 1978 lähtien. Hyvin tuuleentuneen tuoreen männynsiemenen itämistarmo vaihtelee yleensä 85 - 100 %:in välillä ja 10 vuorokauden mukaan laskien itämistarmo on jo 98 - 100 %.

M-siemenen keskimääräinen itämistarmo on viiden vuoden varastoinnin jälkeen 86,0 %, ja kymmenen vuoden varastoinnin jälkeen se on pudonnut jo 65,7 %:iin (taulukko 2). Siementen elinkyvyn aleneminen näkyy jo jonkin verran myös 10 d:n idätyksen mukaan lasketussa itämistarmossa. Viiden vuoden varastoinnin jälkeen se on laskenut 96,7 %:iin ja

Taulukko 2. Vuoden 1972 männynsiemen. Itämiestarmon aleneminen varastoinnin aikana.

	5 vuoden varastointi itämistarmon 7/21 10/21 14/21	10 vuoden varastointi itämistarmon 7/21 10/21 14/21
Muonio	M29-72-260 90,7 99,1 100,0	76,7 96,1 100,0
Sodankylä pohj.	M24-72-99 87,5 97,2 99,4	67,9 90,3 97,3
Sodankylä et.	M24-72-152 85,8 95,6 100,0	61,4 88,8 98,2
Kittilä pohj.	M24-72-117 89,1 97,5 99,6	67,5 93,7 98,2
Enontekiö	M29-72-288 81,9 96,4 98,9	51,3 83,0 97,0
Savukoski	M33-72-34 84,1 97,1 99,4	68,8 92,7 97,6
Inari	M29-72-213 82,6 94,0 98,1	66,1 93,1 99,6
Ka. M-siemen	86,0 96,7 99,3	65,7 91,1 98,3
Muonio	G3-72-012 93,5 99,7 99,7	81,6 97,3 100,0
Kolari	G3-72-014 94,7 99,6 100,0	92,1 99,4 99,7
Rovaniemi mlk.	G3-72-016 93,0 97,8 99,2	83,2 97,3 99,5
Inari	G3-72-016 84,6 96,4 99,7	66,7 95,1 100,0
Ka. G3-siemen	91,5 98,4 99,7	80,9 97,2 99,8

10 vuoden jälkeen 91,1 %:iin.

M-siementen itämistarmon alenemisessa on suuria eroja eri siemenerien välillä. Parhaiten itämistarmonsä säilyttää Muonion siemen, M29-72-260, jolla itämistarmo viiden vuoden varastoinnin jälkeen on 90,7 % ja kymmenen vuoden jälkeen 76,7 %. Vieläkin selvemmin joukosta erottuu nopeimmin vanheveva siemenerä, Enontekiön hoitoalueesta kerätty M29-72-288. Sen itämistarmo on viiden vuoden varastoinnin jälkeen 81,9 % ja kymmenen vuoden jälkeen se on pudonnut jo 51,3 %:iin. Samoin kymmenen vuoden varastoinnin aikana on jo 10 / 21-itämistarmokin laskenut 83,0 %:iin.

G3-siemenen keskimääräinen itämistarmo oli viiden varastointivuoden jälkeen 91,5 % ja kymmenen vuoden jälkeen 80,9 %. Muita huonompina ja ainoana joukosta selvästi erottuvana siemeneränä on Inarista kerätty G3-72-030. Sen itämistarmo vuonna 1978 oli 84,6 %, mikä kymmenen vuoden säilytyksen aikana oli laskenut 66,7 %:iin.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Vertailtaessa itävyytuloksia M- ja G3-siemenillä on todettava itävyyden laskeneen kummallakin ryhmällä yhtä monta prosenttiyksikköä kymmenen vuoden aikana. Kuitenkin tähän vaikuttaneet syyt ovat kovin erilaiset. M-siemenhän on menettänyt yli 15 % itävyydestään koneellisen karistuksen ja puhdistuksen seurauksena (Rynänen, L. 1980), minkä lisäksi kymmenen vuoden varastointi on verottanut itävyyttä keskimäärin yhdellä prosenttiyksiköllä vuodessa.

G3-siementen itävyyden lasku rajoittuu sitävästoin täysin viiteen ensimmäiseen varastointivuoteen. Hellävaraisen käsinkaristuksen ansiosta saatiin siemenen varastointia edeltäväksi itävyysprosentiksi 100 %. Siemenen kannalta epäedulliset varastointiolosuhteet (Ryyänen, L. 1980) sekä varjoaineröntgenkuvausmenetelmän sisäänajon usein toistuva näytteidenotto vuosina 1976 - 78 olivat suurimmat syyt siementen selvään ja nopeaan huononemiseen. Kun varastointiolosuhteet saatiin stabiileiksi ja siemenpullot rauhoitettiin yksinomaan vanhenemistutkimuksiin, hidastui siementen vanheneminen jopa siinä määrin, että itävyysprosentissa ei viiden viimeisen vuoden aikana ole tapahtunut alenemista.

Vertailtaessa viideltä viimeiseltä vuodelta tiedossa olevia itämistarmoja M- ja G3-siementen kesken, on sekkin edellisillä laskenut huomattavasti enemmän.

Tulos on yllättävä, varsinkin kun viiden vuoden taikaisten tulosten pohjalta näytti selvältä, että G3-siemen on nopeasti vanhenevaa siementä ja M-siemen, nimenomaan hyvien varastointiolosuhteittensa ansiosta, säilyy pitkään ensiluokkaisena.

Syitä tähän etsittäessä on ensimmäinen poissuljettava tekijä siementen kosteuspitoisuus. Sekä M- että G3-siementen kosteuspitoisuudet ovat tällä hetkellä lähes identtiset, M-siemenellä 5,4 % ja G3-siemenellä 5,3 % (taulukko 3), joita on siementen säilyvyyden kannalta pidettävä hyvinä (mm. Huss 1954, Schönborn 1964, Kamra 1967 a, Metsäpuiden siementen käsittely- ja analyysiohjeisto, 1980).

Tarkasteltaessa siementen tuleentumisastetta löytyykin jo selvä ero; M-siementen keskimääräinen tuleentumisaste on 89,4 % ja G3-siementen 97,8 % (taulukko 3). Ero tuleentumisasteessa ei ole suuri mutta yllättävä, koska M- ja G3-siemenerät ovat osittain samoista kunnista/hoitoalueista. Ratkaisevana erona on ehkä se, että G3-siemen on kerätty tarkoin rajatuista, tunnetuista metsiköistä, joista huonoinakin siemenvuosina on pystytty keräämään siementä. Toisaalta M-siemenet edustavat samankin hoitoalueen puitteissa useamman eri proveniensiin ja erilaisten mikroilmastoalueitten siementä, jolla tuleentumisaste hyvänäkin vuonna vaihtelee jonkin verran.

Tuleentumisaste on oleellinen tekijä siementen varastoinnin kannalta (Schönborn 1964, Vincent 1966, Huss 1967). Tämä tulee osoitetuksi myöskin tarkasteltaessa nyt tutkitun aineiston yksittäisiä siemeneriä. Parhaiten itävyytensä säilyttäneen siemenerän G3-72-016, jonka tuleentumisaste on ollut 99 %, itävyys on kymmenen vuoden varastoinnin aikana laskenut vain vajaat 5 %. Tämäkin itävyyden lasku selittyy suurimmaksi osaksi ulkoisilla olosuhteilla. Vajaimmin tuleentuneen, Enontekiön siemenerän, M29-72-288, tuleentumisaste on 70 % ja sen itävyys on puolestaan kymmenessä vuodessa pudonnut yli 22 %-yksikköä.

Kun M-siemenen heikompaan tuleentumisasteeseen yhdistetään karistuksen ja siementen puhdistuksen aiheittamat vauriot siemenille, saadaan lopputulokseksi uusi M-siemenen itävyyttä ja itämistarmoa varastoinnin kestäessä alentava tekijä: home-infektio. Mitä enemmän rikkoutunutta, vajaasti

Taulukko 3. Vuoden 1972 männynsiemen. Kosteuspitoisuus ja tuleentumisaste.

		kosteuspitoisuus		tuleentumis-
		1979	1983	aste
Muonio	M29-72-260	4,3	5,2	91
Sodankylä pohj.	M24-72-99	4,6	5,5	91
Sodankylä et.	M24-72-152	4,1	5,3	97
Kittilä pohj.	M24-72-117	4,6	5,3	93
Enontekiö	M29-72-288	4,9	5,6	70
Savukoski	M33-72-34	4,6	5,5	96
Inari	M29-72-213	4,8	5,4	88
Ka. M-siemen		4,6	5,4	89,4
Muonio	G3-72-012	4,9	5,5	98
Kolari	G3-72-014	5,6	5,6	97
Rovaniemi mlk	G3-72-016	4,6	5,1	99
Inari	G3-72-030	4,9	4,8	97
Ka. G3-siemen		5,0	5,3	97,8

tuleentunutta ja kauemman aikaa varastoitua siemen on, sitä enemmän vaivaavat homeet siemeniä ja alentavat itävyyttä (Baldwin 1942, Huss 1951, Kamra 1967 a). Vuoden 1982 idätyskokeissa esiintyi M-siemenellä useissa toistoissa homeita ja vuonna 1983 oli jo jokainen toisto home-infektion saastuttama. Homeen muodostus on ollut sen verran runsasta, että homerihmastot tulevat näkyviin varjoaineen vaikutuksesta jo joissakin tänä vuonna otetuissa röntgenkuvissakin. G3-siemenen idätyskokeita home ei haitannut.

5. PÄÄTELMÄT

Viimeisimmästä hyvästä siemenvuodesta Lapissa on nyt kulunut 10 vuotta. Uutta hyvää satovuotta ei ole ennus-

tettavissa ainakaan ennen syksyä 1985. Suurkeräyksen organisointi talvella 1972 - 73 oli epäilemättä oikeaan osunut ratkaisu Lapin siementarpeen turvaamiseksi.

Siementen säilytyslämpötiloista ja siipien poistosta vasta juuri ennen siementen käyttöä on useissa yhteyksissä paljon keskusteltu. Nykyinen menettelytapa on kuitenkin jäänyt ainoaksi käytännön sanelemaksi mahdollisuudeksi toimittaessa niinkin suurissa mittasuhteissa kuin Metsähallinnon käsittelemät ja varastoimat siemenmäärät ovat. Mahdollista uutta yleiskeräystä ajatellen herää edellä olevia tuloksia tarkastellessa kuitenkin kysymys: Olisiko ainakin pohjoisemmissa hoitoalueissa, Enontekiöllä ja Inarissa, mahdollista kokeilla pienempien siemenerien käyttöä? Tällöin siemeniä yhdistettäessä voitaisiin ottaa huomioon paikallisten proveniensi- ja mikroilmastoerojen vaikutus tuleentumisasteeseen. Muutaman keskinkertaisen hyvin tuleentuneen, ja sen mukaisesti säilyvän siemenerän sijasta saataisiin varastoon tosin useampia nopeammin vanhenevia siemeneriä, mutta varmasti myöskin useampi erittäin hyvin tuleentuneita, pitkäaikaista varastointia hyvin kestäviä siemeneriä.

KIRJALLISUUS

- BALDWIN, H. I. 1942. Forest tree seed of the north temperate regions with special reference to North America. 240 s. Waltham, Mass. Chronica Botanica Co.
- HUSS, E. 1951. Skogsforskningsinstitutets metodik vid fröundersökningar. Medd. Stat. SkogsforsknInst. 40(6):1-82.
- 1954. Undersökningar över vattenhaltens betydelse för barrträdsfröets kvalitet vid förvaring. Medd. Stat. SkogsforsknInst. 44(7):52-60.
- 1967. Om långtidsförvaring av barrskogsfrö (Pinus silvestris L., Picea abies Karst., Abies lasiocarpa Nutt.). Stud. For. Suec. 46:1-59.
- KAMRA, S. K. 1967 a. Studies on storage of mechanically damaged seed of Scots pine (Pinus silvestris L.). Stud. For. Suec. 42:1-19.
- 1967 b. Comparative studies on the germination of Scots pine and Norway spruce seed under different temperatures and photoperiods. Stud. For. Suec. 51:1-16.
- & SIMAK, M. 1968. Germination studies on Scots pine (Pinus silvestris L.) seed of different provenances under alternating and constant temperatures. Stud. For. Suec. 62:1-14.
- Metsäpuiden siementen käsittely- ja analyysiohjeisto, 1980. 19 s. Metsähallitus. Moniste.
- RYYNÄNEN, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Folia For. 428:1-11.
- RYYNÄNEN, M. 1980. X-ray radiography of ageing Scots pine seeds. Seloste: Vanhenevien männyn siementen röntgenkuvaus. Silva Fenn. 14(1):106-111.

SCHÖNBORN, A. 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. 158 s. München. BLV Verlagsgesellschaft.

VINCENT, G. 1966. Das Altern der Holzartensamen. Mitt. Hess. Landesforstverw. 4:140-148.

ISBN 951-40-0998-3
ISSN 0358-4283