

Männyn ja kuusen siementen massan vaihtelusta

Markku Nygren

ABSTRACT: VARIATION IN THE SEED MASS OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE

Nygren, M. 1990. Männyn ja kuusen siementen massan vaihtelusta. Abstract: Variation in the seed mass of Scots pine and Norway spruce. *Silva Fennica* 24(1):77–81.

Männyn ja kuusen täysien siementen massa osoittautui kasvupaikan ravinteisuudesta (metsätyyppi) riippumattomaksi. Siementen massan vuosivaihtelu oli molemmilla puulajeilla huomattava. Näytti siltä, että keskimääräistä lämpimämpinä kasvukausina kypsyneet männyn siemenet ovat kevyempiä kuin normaalivuosina; kasvukauden sademäärän ja siementen massan välillä ei aineistossa ollut korrelaatiota. Päätelmät ovat alustavia ja tulosten yleistämiseksi tarvitaan lisätutkimuksia.

Seed mass within any plant species is one of the least plastic components of plant structure. The aim of this study was to analyze the variation in the seed mass of Scots pine and Norway spruce in relation to three environmental factors: soil fertility, mean temperature and precipitation during seed filling period. Data published earlier on seed mass of these species on different sites and different years was used in the study.

The seed mass of both species was independent of soil fertility (forest site type) but did vary between different years. It is hypothesized that if the seed-ripening summer is warmer than average, Scots pine seed mass tends to be smaller. In this study, seed mass varied independently of the amount of precipitation during the ripening summer. However, generalization of the results requires further study.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, seed mass, temperature, precipitation. ODC 164.8+181.5

Author's address: University of Helsinki, Department of Silviculture, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki, Finland.

Accepted November 30, 1989

1. Johdanto

Keskimääräinen siemenen massa on eri kasvulajeilla yleensä stabiili ominaisuus. Harperin ym. (1970) mukaan vähäinen massan vaihtelu ilmentää siemenen kokoon kohdistuvaa valintapainetta: jälkeläisten menestymisen kannalta on olennaista, että siemenissä on suurin mahdollinen vararavinto- ja energiasäilytys; toisaalta ilmavirtojen mukana leviävillä siemenillä koon kasvu ei voi tapahtua leviämiskyvyn kustannuksella.

Vaikka siementen keskimääräinen massa vaihtelee niukasti, on siemenissä kokeroja. Ympäristötekijöistä mm. kasvupaikan

ravinteisuus (Yongberg 1952) ja kasvukauden sääolosuhteet – erityisesti lämpötila – vaikuttavat siementen kokoon. Wiegand ja Cuellar (1981) osoittivat, että keskilämpötila vehnän tähkänmuodostuksen aikana ja siementen massa olivat negatiivisesti korreloituja lämpötila-alueella 16–24 °C. Laaksonen (1979) totesi, että kauran, ohran ja kevätvehnän sadonmuodostuksessa kasvujakson keskilämpötilan optimiarvo oli noin 14,5–15 °C; tätä viileämpinä ja lämpimimpinä kasvujaksoina hehtaarisadot vähenivät.

Lämpötilan vaikutus havupuiden siemen-

ten kypsymiseen ja erityisesti alkionkehitykseen tunnetaan hyvin (Heikinheimo 1921, 1932, Kujala 1927, Sarvas 1970). Alkion koko vaikuttaa siementen massaankin kuitenkin vain vähän; pääosa niin männyn kuin kuusenkin siemenen massasta on vararavintolosuhteissa. Etelä-Suomessa alkiot kehittyvät täysimittaisiksi ja siemenet tuleentuvat käytännössä jokaisena kasvukautena (Kujala 1927, Sarvas 1970, Henttonen ym. 1986). Lukuunottamatta pohjoisten alueiden vajaasti kehittyneitä siemeniä, havupuiden siementen massan vaihtelussa on siten kyse ennenkaikkea vararavintolosuhteiden määrän vaihtelusta.

Rasvojen osuus männyn ja kuusen siemenissä on suhteellisen suuri; noin 20–30 % siementen sisältämästä kuiva-aineesta (Pulliainen ja Lajunen 1984). Runsaasti rasvoja (lipidejä) sisältävien siementen tuottaminen vaatii huomattavasti enemmän fotosynteesi-

tuotteita, vettä ja energiaa kuin esimerkiksi hiilihydraatin ja ligniinin syntetisoiminen (Penning de Vries 1981). Fotosynteesin perustuotteen, glukoosin saatavuus on siten yksi siementen kokoon ja vararavinnon määrään vaikuttava tekijä.

Kausaliteettia siementen massan vuotuisvaihteluihin voidaankin etsiä korkean lämpötilan aiheuttamasta nettotosynteesin hidastumisesta (McCree ja van Bavel 1981): voidaan olettaa, että erityisen lämpiminä kasvukausina ylläpitohengityksen kustannukset ovat suuret ja siementen vararavinnon synteesiin käytettävissä olevista fotosynteesituotteista on tällöin puutetta.

Tämän tutkimuksen tarkoitus on alustavasti etsiä riippuvuutta männyn ja kuusen siementen massan ja kasvupaikan ravinteisuuden sekä tuleentumisvuoden sääolosuhteiden välillä.

2. Aineisto ja menetelmät

Tiedot siementen massasta saatiin Heikinheimon (1932), Lukkalan (1936) ja Mälkösen (1971) tutkimuksista. Ensimmäisessä työssä on esitetty männyn ja kuusen tiedot koepuittain eri osissa maata (Kivalo, Vilppula, Vesijako, Punkaharju, Ruotsinkylä ja Evo) ja erilaisilla kasvupaikkatyypeillä vuonna 1925 (tuleentumisvuosi 1924). Kivalon tietoja ei käytetty tässä tutkimuksessa.

Lukkalan työssä on analysoitu rämementyjen siemeniä tuleentumisvuosilta 1930 ja 1934 Pyhäkoskelta, Vilppulasta, Mäntyharjulta ja Ruotsinkylästä. Mälkönen on lannoituskokeessa analysoinut kuusen siementen massat Kuorevedellä samasta metsästä vuosina 1967 ja 1969. Kaikissa em. tutki-

muksissa siementen massa on mitattu puhdistetuista ja/tai täysistä siemenistä.

Heikinheimon (mt.) aineiston perusteella tutkittiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (SAS...1985) sitä, selittääkö kasvupaikan ravinteisuus (metsätyyppi) tilastollisesti merkitsevän osan siementen massan vaihtelusta.

Lukkalan ja Mälkösen julkaisemien tietojen perusteella laskettiin siementen tuleentumisvuosien ja paikkakuntien touko-elokuun keskilämpötila, lämpösumma ja sademäärä Ojansuun ja Henttosen (1983) esittämällä tavalla ja heidän laatimansa tietokoneohjelmiston avulla. Siementen massan vaihteluita tarkasteltiin silmävaraisesti em. säätunnusten suhteen.

3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Kasvupaikan ravinteisuus (metsätyyppi) ei vaikuttanut täysinäisten siementen massaankin kummallakaan puulajilla (taulukko 1). Lukkalan (1936) mukaan tilanne on samanlainen

eri rämetyyppien männyn siemenissä. Kasvupaikan ravinteisuuden (lannoitustaso) ja kuusen siementen massan välillä ei ollut riippuvuutta myöskään Mälkösen (1971) tutki-

Taulukko 1. Männyn ja kuusen täysien siementen massa (mg) ja keskiarvon keskivirhe eri metsätyypeillä Heikinheimon (1932) aineiston perusteella; suluisissa koepuiden lukumäärä.

Table 1. The seed mass \pm s.e.m. (mg) of Scots pine and Norway spruce on different forest site types according to the data published by Heikinheimo (1932). The number of sample trees is given in parentheses.

Metsätyyppi - Forest site type ¹⁾	Mänty-Pine	Kuusi-Spruce
	Siemenen massa - Seed mass \pm s.e.m., mg	
CT	4,28 \pm 0,25 (8)	..
VT	4,09 \pm 0,15 (19)	4,44 \pm .. (1)
MT	4,52 \pm 0,25 (9)	3,91 \pm 0,40 (7)
OMT	4,52 \pm 0,30 (5)	3,66 \pm 0,24 (10)
OMaT	..	4,54 \pm 0,05 (2)
Keskimäärin Average	4,32 \pm 0,11 (41)	3,99 \pm 0,17 (20)

¹⁾ see Cajander (1949)

Taulukko 2. Täysien kuusen siementen massa (mg) (Mälkönen 1971), sekä Ojansuun ja Henttosen (1983) mallin avulla lasketut kasvukauden sademäärä ja keskilämpötila Kuorevedellä v. 1967 ja 1969.

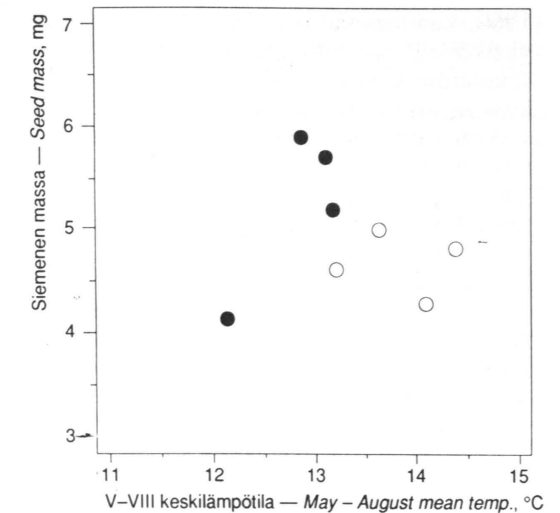
Table 2. The mass (mg) of spruce seeds (data from Mälkönen 1971) and the estimated amount of precipitation ja mean temperature (Ojansuu and Henttonen 1983) at Kuorevesi in 1967 and 1969.

Vuosi Year	Sademäärä V-VIII Precipitation for May-August mm	Keskilämpötila V-VIII Mean temperature of May-August °C	Siemenen massa Seed mass mg
1967	323	12,88	5,19–5,55 ¹⁾
1969	286	12,68	4,23–4,75 ¹⁾

¹⁾ Mitattu kontrolliruuduista lannoituskokeessa - Measured from control plots in a fertilization experiment.

muksissa. Kasvupaikan ravinteisuus näkyikin tuotettujen siementen lukumäärässä, kuten Sarvas (1962) on osoittanut; karujen, keskiviivien ja viljavien kasvupaikkojen männiköiden siemensatojen (kpl/m²) suhde on Sarvaksen mukaan 1:2:3.

Männyn siementen massan vuosivaihtelussa oli lievää säännönmukaisuutta. Näytti sil-



Kuva 1. Männyn siemenen massa (mg) Lukkalan (1936) aineiston mukaan vuosina 1930 (●) ja 1934 (○) ja touko-elokuun keskilämpötila keräyspaikkakunnilla (Ojansuun ja Henttosen (1983) mallin avulla estimoidut arvot).

Figure 1. Scots pine seed mass in 1930 (●) and 1934 (○) according to Lukkala's (1936) data as a function of May-August mean temperature (values estimated using the method of Ojansuu and Henttonen 1983).

tä, että männyn tuleentumisvuoden kesän lämpötilat vaikuttavat kehittyvien siementen massaankin. Kun ylitetään kesän keskilämpö 11,5 °C (jonka saavuttaminen mm. Kujalan (1927) mukaan on edellytys sille, että männyn siemen ylisummaan normaalisti kehittyä, ja keskilämpötila on normaalia korkeampi, saadaan jonkin verran kevyempää siementä kuin viileämpinä kasvukausina (kuva 1). Tulos on näiltä osin yhtäpitävä viljalajeilla tehtyjen havaintojen kanssa.

Koskien kuusta, kasvukausien 1967 ja 1969 keskilämpötilat ovat likimain samat; siementen massat em. vuosina kuitenkin poikkeavat toisistaan (taulukko 2). Niinikään touko-syyskuun sademäärät tutkimusvuosina ovat erilaiset, mutta johtopäätösten teko sademäärän ja siementen massan välisestä korrelaatiosta ja/tai kausaliteetista ei ole mahdollista näin suppeassa aineistossa. Männyn siementen massa ja kasvukauden sademäärä eivät korreloineet.

Tutkituista kasvukausista vuodet 1930, 1967 ja 1969 vastasivat koepaikkakunnilla lämpöolosuhteiltaan normaalijaksota 1930-

1960, kun taas vuosi 1934 oli lämpösumma- yksiköissä mitaten enemmän kuin yhden standardipolkeaman verran em. ajanjakson keskimääräistä vuotta lämpimämpi.

Siemenen massa vaikuttaa sekä laboratorio- itävyyteen että taimien alkukehitykseen siten, että painavat siemenet itävät nopeasti ja niistä kehittyvät taimet ovat kehityksen alkuvaiheessa muita kookkaampia (Righter 1945, Dunlap & Barnett 1983, Mikola 1980, von Weissenberg 1981, Choe ym. 1988). Siemenen koolla on siten suuri merkitys taimipopulaation varhaiskehityksen kannalta niin taimitarha- kuin maastokylvöissäkin.

Ilmiöllä on merkitystä myös siemenvilje-

lyssiemenen tuottamisen kannalta. Kloonien välillä on eroja siemenen massassa (von Weissenberg 1981, Lindgren 1982) ja sama kloonin ei vuodesta toiseen muodosta populaation painavinta siementä (von Weissenberg mt.). Periaatteessa siemeniä voidaan siis lajitella niiden massan perusteella ilman pelkoa ns. geneettisen pohjan kapenemisesta, jos eri vuosien sadot yhdistetään. Ennen edellä esitettyjen tulosten soveltamista tarvitaan kuitenkin laajempaan aineistoon ja analyysiin perustuvia tietoja siementen massan vaihtelusta ja puiden reproduktiivisesta allokaatiosta.

Kirjallisuus

- Burgar, R.J. 1964. The effect of seed size on germination, survival and initial growth in white spruce. *Forestry Chronicle* 40:93-97.
- Cajander, A.K. 1949. Forest types and their significance. *Acta Forestalia Fennica* 56. 71 s.
- Choe, H.S., Chu, C., Koch, G., Gorham, J. & Mooney, H.A. 1988. Seed weight and seed resources in relation to plant growth rate. *Oecologia* 76:158-159.
- Dunlap, J.R. & Barnett, J.P. 1983. Influence of seed size on germination and early development of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) germinants. *Canadian Journal of Forest Research* 13:40-44.
- Harper, J.L., Lovell, P.H. & Moore, K.G. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1:327-356.
- Heikinheimo, O. 1921. Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö. Ref.: Die Waldgrenzenwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 4. 71 s.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Deutsches referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 61 s.
- Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of *Pinus sylvestris* seeds in relation to temperature climate in northern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 243-249.
- Kujala, V. 1927. Untersuchungen über den Bau and die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia männyn ja kuusensiemenien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 12. 106 s.
- Laaksonen, K. 1979. The effect of climatic factors on the hectare yields of barley, oats and spring wheat in Finland in 1972-77. *Fennia* 157(2):199-221.
- Lindgren, D. 1982. Fractionation of seed orchard seeds by weight does have genetic implications. *Silva Fennica* 16(2):156-159.
- Lukkala, O.J. 1936. Rämementyjen siementen laadusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 22(3). 45 s.
- Mikola, J. 1980. The effect of seed size and duration of growth on the height of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances and progenies at the nursery stage. *Silva Fennica* 14(1):84-94.
- McCree, K.J. & van Bavel, C.H.M. 1981. Respiration and crop production. Teoksessa: Landsberg, J.J. & Cutting, C.V. (toim.). *Environmental effects on crop physiology*. Academic Press, London s. 199-216.
- Mälkönen, E. 1971. Fertilizer treatment and seed crop of *Picea abies*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 73(4). 16 s.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen ilmatieteen laitoksen mittaustiedoista. Summary: Estimation of local values of monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurements made by Finnish Meteorological Office. *Silva Fennica* 17(2):143-160.
- Penning de Vries, F.W.T. & van Laar, H.H. 1981. Substrate utilization in germinating seeds. Teoksessa: Landsberg, J.J. & Cutting, C.V. (toim.). *Environmental effects on crop physiology*. Academic Press, London. s.217-245.
- Pulliainen, E. & Lajunen, L.H.J. 1984. Chemical composition of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* seeds under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 13: 214-217.
- Righter, F.I. 1945. Pinus: the relationship of seed size and seedling size to inherent vigor. *Journal of Forestry* 43:131-137.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53(4). 198 s.
- 1970. Establishment and registration of seed orchards. *Folia Forestalia* 89. 24 s.
- SAS. 1985. SAS User's guide: Statistics, Version 5 Edition. Statistical Analysis System Institute. Cary, North Carolina. 956 s.
- Weissenberg, K. von. 1981. Taimitarhakasvatuksen ja lajittelun vaikutukset metsien geneettisiin ominaisuuksiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 34:15-40.
- Yongberg, C.T. 1952. Effect of soil fertility on the physical and chemical properties of tree seed. *Journal of Forestry* 50:850-852.
- Wiegand, C. L. & Cuellar, J.A. 1981. Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. *Crop Science* 21:95-101.

Total of 25 references