

Jaana Luoranen

Paakkutaimien kesäistutus – voidaanko istutuskautta jatkaa istuttamalla kasvussa olevia taimia kesällä?

Nykyisin valtaosa taimista istutetaan keväisin ja jonkin verran syksyisin. Metsänviljelyoppaassa (1993) on annettu suosituksia istutusajankohdista kaikkien kolmen pääpuulajimme paljasjuurisille ja paakkutaimille. Suositusten mukaisesti istutettavien taimien tulisi olla lepotilassa, jolloin avomaalla talvivarastoitujen taimien istutuskausi rajoittuu lähinnä toukokuuhun ja syksyllä syyskuuhun. Nykyisin istutuskautta on jo pystytty jatkamaan jonkin verran kylmävarastoinnilla, jolloin lepotilassa olevia taimia on mahdollista istuttaa aina juhannukseen saakka (Raulo 1981, Raulo ym. 1994). Sen jälkeen istuttaminen lisää hallatuhoriskia syksyllä, kun taimien kasvukausi istutuksen jälkeen jää liian lyhyeksi, jotta taimet ehtisivät lopettaa pituuskasvunsa ja karaistua ennen ensimmäisiä syyshalloja. Mutta olisiko istutuskautta mahdollista jatkaa istuttamalla aktiivitulassa olevia taimia läpi kesän?

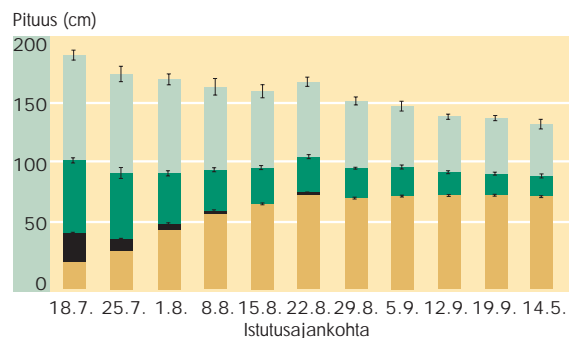
Suomessa koneellista kesäistutusta tehdään jonkin verran vuosittain. Ruotsissa taimia istutetaan jo läpi kasvukauden johtuen lähinnä koneellisen istuttamisen asettamista kannattavuusvaatimuksista (Hallonborg ym. 1995). Myös Kanadan Brittiläisessä-Kolumbiassa taimien istuttaminen läpi kasvukauden on jo rutiinia, mm. 25 % kuusen taimista istutetaan heinä-elokuun aikana (Brazier ref. Folk ja Grossnickle 1997). Miksei menetelmä soveltuisi laajemminkin suomalaiseen metsänviljelykäyttöön? Entä onko aktiivitulassa olevien taimien istu-

tusajankohtaa tutkittu meillä tai muualla?

Tiedetään, että juurten kasvun ajoittuminen, maan lämpötila ja kosteus vaikuttavat taimien juurtumiseen ja taimien kehitykseen istutuksen jälkeen. Mutta kuinka nämä tekijät vaihtelevat kasvukauden eri aikoina ja mikä merkitys niillä on istutustulokseen? Entä onko tekijöitä, jotka voisivat kyseenalaistaa läpi kesän jatkuvan istuttamisen onnistumisen?

Istutusajankohtatutkimus

Istutusajankohtaa on tutkittu runsaasti sekä paljasjuurisilla (Heikinheimo 1941, Tirén 1958, Huss 1958, Huuri 1974, Lähde ja Raulo 1977, Kinnunen 1989) että paakkutaimilla (Huuri 1965, 1973, Kinnunen ym. 1974, Valtanen ym. 1986, Kinnunen 1989). Paljasjuurisille taimille on suositeltu istuttamista yleensä keväällä tai syksyllä (Metsänviljelyopas 1993), koska kasvukauden aikaisia istutuksia tulisi välttää juurien kuivumisvaaran ja mekaanisen vioittumisriskin ollessa suurempi (Heikinheimo 1941, Huuri 1974). Etenkään kuusen paljasjuurisilla taimilla kesäistutus ei ole heikentänyt taimien kasvua eikä vähentänyt elossaoloa, jos taimet on suojattu kuljetuksen aikana kuivumiselta, eikä taimia ole varastoitu pitkään ennen istutusta (Heikinheimo 1941, Tirén 1958, Huss 1958, Huuri 1974). Männyn paljasjuurisilla taimilla tulokset ovat



Kuva 1. Koivun paakkutaimien istutuspituus (ruskea) sekä ensimmäisen (musta), toisen (tummanvihreä) ja kolmannen (vaaleanvihreä) vuoden pituuskasvu Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimustaimitarhan pelloille kesällä 1995 (18.7.–19.9.) ja keväällä 1996 (14.5.) perustetussa istutusajankohtakokeessa. Pystyjanoilla on kuvattu pituuden tai pituuskasvun keskiarvon keskiarvohetkellä. (Perustuu Luorasan toistaiseksi julkaisemattomaan aineistoon)

olleet ristiriitaisia: joissakin tapauksissa kuolleisuus on ollut suurta (Heikinheimo 1941, Huuri 1965, 1968, 1973), toisissa taimien elossaolossa ja kasvussa ei ole ollut eroja kevät- tai kesäistutusten välillä (Tirén 1958, Huss 1958).

Siirryttäessä paljasjuurisista paakkutaimien istutukseen on juurten kuivumisriski vähentynyt. Kesäistutuksesta on saatu hyviä tuloksia mm. männyn (Huuri 1965, 1973, Kinnunen ym. 1974, Valtanen ym. 1986), kuusen (Kinnunen 1989, Rantanen 1997), lehtikuusen (Valtanen ym. 1986) ja koivun (Rikala 1996) paakkutaimilla. Paakkutaimikasvatus mahdollistaa taimien istuttamisen jopa kylvökesänä, vain muutaman kuukauden ikäisenä (Kinnunen ym. 1974, Valtanen ym. 1986, Rikala 1996, Rantanen 1997). Nuorien lyhyiden taimien istuttaminen saattaa kuitenkin lisätä taimien kuolleisuutta, sillä pintakasvillisuuden kilpailu (Valtanen ym. 1986) ja esimerkiksi hyönteistuhot vaikuttavat eniten ja nopeimmin pienimpiin taimiin. Toisaalta lyhyimpinä (nuorimpina) istutetut taimet ovat kokeissa yleensä kasvaneet parhaiten, niin että istutushetken pituuserot ovat tasoittuneet muutaman kasvukauden jälkeen (Valtanen ym. 1986, Rikala 1996). Sekä Valtanen ym. (1986) että Rikalan (1996) tutkimuksissa taimet on kylvetty keväällä ja istutettu tietyn väleihin kesän ja syksyn aikana, eli taimien kehitysvai-

he, koko ja kasvukauden vaihe muuttuvat samanaikaisesti, eikä taimen koon vaikutusta pystytä erottamaan esim. maan lämpötilasta tai juurten kasvurytmistä.

Valtaosa Suomessa tehdyistä paakkutaimien istutusajankohtatutkimuksista on tehty Pohjois-Suomessa, jossa sekä ilmastolliset (myöhäisempi kevät, aikaisempi syksy) että maaperätekiöt (karummat, vähemmän heinittyvät maat) poikkeavat Etelä-Suomesta. Julkaistuja tuloksia Etelä-Suomessa tehdyistä kokeista on havupuun paakkutaimilla Kinnusella (1989) ja koivun paakkutaimilla Rikalalla (1996).

Kinnusen (1989) kuusen ja männyn taimilla saamat tulokset vaihtelivat kokeittain paljon, joten ne antoivat epävarman kuvan menetelmästä. Rantasen (1997) pro gradu -työssään saamien ensimmäisen istutuksen jälkeisen kasvukauden tulosten mukaan taimien istuttaminen kesällä on mahdollista. Tästä kokeesta saadaan useamman kasvukauden tuloksia myöhemmin.

Lehdellisten koivun paakkutaimien istutusta keskikesällä on kokeiltu käytännössä ainakin Itä-Savossa hyvin kokemuksiin. Tutkimustulosten mukaan heinä-elokuussa istutetut taimet menestyvät paremmin kuin syyskuussa tai seuraavana keväänä istutetut taimet (Rikala 1996). Pohjois- ja Itä-Savon alueella on käynnissä tutkimushanke, jossa lehdellisten koivun paakkutaimien istutusajankohtaa selvitetään laajemmissa kokeissa. Ennakkotulokset näistä kokeista vahvistavat edelleen Rikalan (1996) tulosta: parhaiten myöhempinä kasvukausina kasvavat taimet, jotka on istutettu kylvövuonna heinäkuussa (Luoranen ym. 1998). Meillä ja muualla saatujen tulosten valossa paakkutaimien kesäistutus vaikuttaa lupaavalta. Mutta mihin kesällä lyhyinä istutettujen taimien parempi kasvu myöhempinä kasvukausina perustuu?

Juurten kasvun ajoittuminen

Taimien istutuksen jälkeiseen menestymiseen vaikuttaa voimakkaasti se, kuinka nopeasti ne pystyvät kasvattamaan juurensa ympäröivään maahan ja turvaamaan veden ja ravinteiden saannin (Kozlowski ja Davis 1975). Juurten kasvuun vaikuttaa paitsi taimien kehitysvaihe, myös maan kosteus, lämpötila ja ravinnetilanne istutuksen jälkeen.

Pohjois-Suomessa kuusen, männyn ja lehtikuusen paakkutaimien juuret kasvavat kylvökesänä suhteellisen tasaisesti läpi koko kasvukauden (Kinnunen ja Lähde 1972). Kylvöajankohta vaikuttaa juurten kasvuun, sillä toukokuussa kylvettyjen männyn ja lehtikuusen taimien juurten kasvun on todettu päättyvän elokuun lopussa, mutta myöhemmin kylvettyjen männyn taimien juurten kasvu saattaa jatkua syyskuun puoliväliin (Valtanen ym. 1986). Koivun paakkutaimien voimakkain juurten kasvu ajoittuu kylvövuonna heinäkuuhun, jonka jälkeen juurten kasvu heikkenee suoraviivaisesti kohti syksyä (Rikala 1996). Kylvökesänä istutetuilla taimilla olisi siis hyvät mahdollisuudet juurtua nopeasti, mikäli ympäristötekijät eivät sitä estä.

Kylvövuotta seuraavana keväänä koivun taimien juurten kasvu alkaa hitaasti ja nopeutuu selvästi vasta kesäkuun alun jälkeen, kun lehdet ovat saavuttaneet täyden koon (Rikala 1996). Lehtipuilla uusien juurien kasvu on mahdollista vasta lehtien tuottamalla hiilihydraateilla (Abod ym. 1991), sillä taimet käyttävät syksyllä pääasiassa juuriin varastoi- mansa hiilihydraatit lehtien kasvattamiseen, eikä niillä siten ole merkitystä uusien juurien kasvulle (Abod ym. 1991). Myös havupuilla juurten kasvun on todettu tapahtuvan pääasiassa yhteyttämistuot- teiden avulla, eikä varastohiilihydraateilla juurikaan ole merkitystä (Burdett 1990). Taimien kannalta tilanne keväällä on hankala. Taimien olisi pystyttävä yhteyttämään, jotta juurten kasvu olisi mahdollista, toisaalta yhteyttäminen taas riippuu juurten veden- otosta (Burdett 1990).

Kevätistutusta perustellaan taimien lepotilan li- säksi usein sillä, että maassa on runsaasti vettä lu- mensulamisvesien ansiosta. Vedestä ei juurikaan ole apua, jos alhainen maan lämpötila heikentää juur- ten toimintaa (Ryypö ym. 1998) ja hidastaa uusi- en juurien muodostumista ja kasvua (Vapaavuori ym. 1992, Ryypö, ym. 1994, 1998). Kesällä maan korkeammat lämpötilat mahdollistavat taimien no- pean juurtumisen, sillä kasvukauden aikana juurten kasvun optimilämpötilaksi on saatu 19–23°C (He- ninger ja White 1974). Alhaisen lämpötilan ohella myös maan kuivuus ja juurten kuivuminen kulje- tuksen ja istutuksen aikana heikentävät taimien menestymistä istutuksen jälkeen keväällä. Kuivu- neet juuret estävät lähes kokonaan niin taimien ver- sion ja neulasten kuin uusien juurenkärkienkin kas-

vun kylmässä maassa (+12°C), mutta lämpimäm- mässä maassa (+23°C) kasvu on mahdollista myös juuriltaan kuivuneilla taimilla (Rikala ja Puttonen 1988).

Edut ja riskit

Parhaat tulokset taimien kesäistutuksesta on saatu, kun taimet on istutettu kylvövuonna ajankohtana, jolloin juurten kasvu on ollut voimakkainta ja istu- tettavat taimet suhteellisen lyhyitä (Kinnunen ym. 1974, Valtanen ym. 1986, Kinnunen 1989, Rikala 1996). Näin juuret eivät kehity liian suuriksi paak- kuun verrattuna taimitarhalla ja niiden tasapainoi- nen kehitys maastossa on mahdollista (Valtanen ym. 1986). Hyvin juurtuneet, elinvoimaiset, kasvavat taimet pystyvät nopeammin toipumaan kokemas- taan istutusstressistä tai epäedullisten sääolojen ai- heuttamasta rasituksesta kuin keväällä tai syksyllä istutetut taimet.

Kesäistutuksen onnistumista ajatellen tärkein te- kijä on taimien käsittely ja kuljetus taimitarhalta maastoon. Kasvat taimet ovat lepotilassa olevia taimia herkempiä vaurioitumaan (McKay ym. 1993, Stjernberg 1997). Sekä McKayn ym. (1993) että Stjernbergin (1997) tutkimuksissa mekaaninen stressi kuljetuksen aikana alensi taimien kasvua ensimmäisten kasvukausien aikana, mutta ei lisän- nyt kuolleisuutta verrattuna stressaamattomiin tai- miin. Myös puutumattomat tai heikosti puutuneet rungot ovat todennäköisesti herkempiä vaurioitu- maan pakkauksen ja istutuksen yhteydessä, mutta onko vaurioitumisherkkyys niin suuri, että se estäi- si läpi kesän istuttamisen?

Nykyisin käytössä olevissa ns. kovamuoviken- noissa kasvatettujen taimien läpi kesän istuttamisesta on julkaistu tuloksia vain koivulla (Rikala 1996). Läpi kesän istuttamista ajatellen nämä muoviken- nostot poikkeavat paperikenoista, joita on käytetty Kinnusen ym. (1974), Valtasen ym. (1986) ja Kin- nusen (1989) tutkimuksissa, sillä kovamuoviarkeis- sa kasvatettujen taimien on oltava niin kookkaita, et- tä juuristo pitää turvepaakun koossa ja istuttaminen on mahdollista. Taimet pitäisi kasvattaa nykyistä ly- hyemmässä ajassa pienissä paakuissa, jotta paras juurten kasvun ajankohta keskikesällä voidaan hyö- dyntää. Kullekin paakkukoolle ja paakkutyypille oli-

si määritettävä soveltuvin ajankohta, jolloin ne voitaisiin istuttaa niin, etteivät taimet olisi liian pieniä, mutta eivät liian isojaakaan paakun kokoon nähden.

Etelä-Suomessa metsänviljelyalat heinittyvät varsin nopeasti hyvästäkin muokkauksesta huolimatta (Kellomäki 1972). Pintakasvillisuus vähentää taimien pituuskasvua ja lisää kuolleisuutta (Hytönen ja Lilja 1995, Kolström ja Nuutinen 1995). Heinäongelma on sitä pienempi, mitä nopeammin hakkuusta taimet istutetaan. Kesäistutuksella on mahdollista päästä hyvinkin nopeaan ketjuun, jossa hakkuu on talvella, maanmuokkaus alkukesästä ja istutus heinä-elokuussa. Näin taimet saisivat huomattavan edun pintakasvillisuuteen nähden ja odotettavissa oleva istutustulos paranis.

Istuttaminen jo hakkuunjälkeisenä kesänä voi vaarantua tukkimiehentäi- ja muiden kärsäkästuhojen vuoksi. Tukkimiehentäi tulee kohteille, joissa on tuoreita kantoja ja hakkuutähteitä (Kurkela ja Löytyniemi 1982), jolloin tuhot saattavat olla suurimmat ensimmäisinä kesinä hakkuun jälkeen (von Sydow 1997). Tuhoja on mahdollista vähentää käyttämällä erilaisia torjuntakeinoja (kemikaalit, mekaaniset suojat, muokkaus) (Hagnar ja Jonsson 1995), mutta kuinka hyvin ne soveltuvat kasvussa olevien taimien suojaukseen, sitä ei tiedetä.

Eräs uhkatekijä kesäistutusten onnistumiselle saattaa olla taimien talveentumisen viivästyminen. On kuitenkin oletettu, että istutusta seuraava lieväkin kuivuusstressi lisää myös taimien kylmänkestävyyttä (Amudson ym. 1993), jolloin aikaisistaakaan syyshalloista ei olisi vaaraa taimille. Lyhytpäivä-(LP)-käsittelyllä on mahdollista aikaistaa kuusen paakkutaimien kasvun päättymistä ja karaistumista (Luoranen ym. 1994, Rantanen 1997), jolloin kuusen paakkutaimien istuttaminen elokuun alusta alkaen on mahdollista (Rantanen 1997). Vaarana tosin on, että aikaisemman karaistumisen tuoma etu menetetään, kun LP-taimien silmut puhkeavat keväällä muutamia päiviä käsittelemättömiä aikaisemmin (Luoranen ym. 1994, Rantanen 1997). Tutkimuksia ja laajempia mittauksia kesällä istutettujen taimien kylmänkestävyydestä tarvitaan, ennenkuin voidaan olla varmoja, ettei suurempia menetyksiä aiheuteta istuttamalla taimia, jotka eivät talveennukaan kunnolla tai jotka kärsivät keväthalloista maastossa.

Uusien vaihtoehtojen tuominen taimimarkkinoille saattaisi lisätä istutuksen suosioita. Istuttamalla

taimia jo kylvökesänä voidaan säästää taimitarhakustannuksissa kasvatusajan lyhentyessä, kasvatuspinta-alan vähentyessä (kasvatustiheyden noustessa) ja talvivarastoinnin puuttuessa. Mahdollisuus läpi kasvukauden istuttamiseen saattaisi houkutella huolehtimaan paremmin tällä hetkellä viljelemättä olevista kohteista, joiden määrä viime vuosina on huolestuttavasti lisääntynyt (Saksa ja Smolander 1998).

Kaiken kaikkiaan paakkutaimien kesäistutus vaikuttaa varteenotettavalta täydennykseltä kevät- ja syysistutuksille. Menetelmän käyttöönotto Etelä-Suomessa edellyttää kuitenkin vielä käytännön mitataavassa toteutettuja istutusajankohtatutkimuksia sekä tutkimuksia taimien kasvatuksesta taimitarhoilla ja etenkin selvityksiä aktiivivaiheessa olevien taimien taimihuollosta (taimen kuivuuden sietokyvyystä, mekaanisesta kestävytydestä, oikeasta pakkausmenetelmästä jne.) sekä taimien stressinsietokyvystä istutuksen jälkeen (sienet, hyönteiset, pakkanen, kuivuus). Aihepiiriä tutkitaan Metsäntutkimuslaitoksen 'Paakkutaimien kesäistutus'-hankkeessa, joka on osa vuoden 1998 alusta alkanutta Etelä-Suomen metsänuudistamisen tutkimusohjelmaa.

Kirjallisuus

- Abod, S.A., Webster, A.D. & Quinlan, J.D. 1991. Carbohydrates and their effects on growth and establishment of *Tilia* and *Betula*: II. The early season movement of carbohydrates between shoots and roots. *Journal of Horticulture Science* 66(3): 345–355.
- Amundson, R.G., Kohut, R.J., Laurence, J.A., Fellows, S. & Colavito, L.J. 1993. Moderate water stress alters carbohydrate content and cold tolerance of red spruce foliage. *Environmental and Experimental Botany* 33(3): 383–390.
- Burdett, A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research* 20(4): 415–427.
- Folk, R.S. & Grossnickle, S.C. 1997. Determining field performance potential with the use of limiting environmental conditions. *New Forest* 13(1–3): 121–138.
- Hagnar, M. & Jonsson, C. 1995. Survival after planting without soil preparation for pine and spruce seedlings protected from *Hylobius abietis* by physical and chemical shelters. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10(3): 225–234.

- Hallonborg, U., von Hofsten, H., Mattsson, S., Hagberg, J., Thorsén, Å, Nyström, C. & Arvidsson, H. 1995. Maskinell plantering med *Silva Nova* – nuvarande status samt utvecklingsmöjligheter i jämförelse med manuell plantering. Summary: Mechanized planting with the *Silva Nova* tree planter – recent state and feasibility compared with manual planting. SkogForsk. Redogörelse 6: 95 s.
- Heikinheimo, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 29(4): 58 s.
- Heninger, R.L. & White, D.P. 1974. Tree seedling growth at different soil temperatures. *Forest Science* 20(4): 363–367.
- Huss, E. 1958. Om höstplantering av tall och gran. Summary: Resultats of autumn planting pine and spruce. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 48(3): 55 s.
- Huuri, O. 1965. Eräitä männyn turveruukkuistutusta koskevia suomalaisia havaintoja. Summary: Finnish observations on planting pine in peat pots. *Suo* 5–6: 1–9.
- 1968. Turveruukkuistutuskokeilujen välituloksia. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 85(4): 129–132.
- 1973. Männyn turveruukkuistutusta koskevia suomalaisia havaintoja. Summary: Finnish observations on planting pine in peat pots. *Suo* 24(2): 37–46.
- 1974. Havupuiden istutusajankohdasta. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koegasman tiedonantoja 12. s. 9–18.
- Hytönen, J. & Lilja, S. 1995. Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus taimien ensikehitykseen pellonmetsitysaloilla. Julkaisussa: Hytönen J. & Polet, K. (toim.), Peltojen metsitysmenettelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 65–73.
- Kellomäki, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 8. 56 s.
- Kinnunen, K. 1989. Taimilajien ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Summary: Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Folia Forestalia* 727. 23 s.
- & Lähde, E. 1972. Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. *Folia Forestalia* 158. 23 s.
- , Lind, J. & Lähde, E. 1974. Eri ajankohtina istutettujen männyn kennonaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia* 212. 26 s.
- Kolström, T. & Nuutinen, J. 1995. Pintakasvillisuuden määrän vaikutus maan kosteus- ja lämpötilaoloihin sekä koivuntaimien kehitykseen. Julkaisussa: Hytönen J. & Polet, K. (toim.), Peltojen metsitysmenettelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581. 74–87.
- Kozłowski, T.T. & Davies, W.J. 1975. Control of water balance in transplanted trees. *Journal of Arboriculture* 1(1): 1–10.
- Kurkela, T. & Löyttyniemi, K. 1982. Männyn taudit ja tuhoeläimet. Kansallis-Osake-Pankin taloudellinen katsaus, B-painos 35. 36 s.
- Luoranen, J., Puttonen, P. & Rikala, R. 1994. Lyhytpäiväkäsittely kuusen paakkutaimien kasvatuksessa. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1994(1): 51–67.
- , Rikala, R. & Smolander, H. 1998. Koivun paakkutaimien kesäistutus. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.), Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1988. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696. s. 57–65.
- Lähde, E. & Raulo, J. 1977. Eri kehitysvaiheissa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 91(6): 1–30.
- McKay, H.M., Gardiner, B.A., Mason, W.I., Nelson, D.G. & Hollingsworth, M.K. 1993. The gravitational forces generated by dropping plants and the response of Sitka spruce seedlings to dropping. *Canadian Journal of Forest Research* 23(11): 3443–3451.
- Metsänviljelyopas. 1993. Metsäteho. 25 s. ISBN 951-673-132-5.
- Rantanen, A. 1997. Lyhytpäiväkäsittelyjen kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) paakkutaimien syysistutus. Metsänhoitotieteen pro gradu-tutkielma. Metsäekologian laitos. Helsingin yliopisto. 49 s.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. 131 s. ISBN 951-20-2190-0
- , Lähde, E., Rokkonen, J., Kuismin, R. & Piitulainen, M. 1994. Taimien kasvatus- ja istutuskokeita ja niiden tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 530. 31 s.
- Rikala, R. 1996. Koivun paakkutaimien juurten kasvupotentiaali ja istutusajankohta. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 2/1996: 91–99.
- & Puttonen, P. 1988. Maan lämpötilan vaikutus kuivusrasitukseen perustuvassa taimien laatu-testissä. *Silva Fennica* 22(4): 273–281.
- Ryöppö, A., Vapaavuori, E.M., Rikala, R. & Sutinen, M.-L. 1994. Fatty acid composition of microsomal phospholipids and H⁺-ATPase activity in the roots of Scots pine seedlings grown at different root temperatures during flushing. *Journal of Experimental Botany* 45: 1533–1539.

- , Iivonen, S., Rikala, R., Sutinen, M.-L. & Vapaavuori, E. 1998. Responses of Scots pine seedlings to low root zone temperature in spring. *Plant Physiology* 120.
- Saksa, T. & Smolander H. 1998. Metsänviljelyn viivästyminen Pohjois-Savon alueella tilastoissa ja todellisuudessa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1998/1: 53–64.
- Stjernberg, E.I. 1997. Mechanical shock during transportation: effects on seedling performance. Special issue – Making the grade. Proceedings of an international symposium on planting stock performance and quality assessment, held in Sault Ste Marie, Ontario, Canada on September 11–15, 1994. *New Forests* 13(1–3): 401–420.
- von Sydow, F. 1997. Abundance of pine weevils (*Hyllobius abietis*) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practices. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12(2): 157–167.
- Tirén, L. 1958. Om försök med plantering av tall och gran i Norrland. Summary: Planting of pine and spruce in Norrland. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47(5). 99 s.
- Valtanen, J., Kuusela, J., Marjakangas, A. & Huurainen, S. 1986. Eri ajankohtina istutettujen männyn ja lehtikuusen kennotaimien alkukehitys. Summary: Initial development of Scots pine and Siberian larch paper-pot seedlings planted at various times. *Folia Forestalia* 649. 17 s.
- Vapaavuori, E., Rikala, R. & Ryyppö, A. 1992. Effects of root temperature on growth and photosynthesis in conifer seedlings during shoot elongation. *Tree Physiology* 10(3): 217–230.

■ MMM Jaana Luoranen toimii ulkopuolisena tutkijana Metlan Suonenjoen tutkimusasemalla.