

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 696, 1998

Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998

Marja Poteri (toim.)

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998

Marja Poteri (toim.)

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

Julkaisua myy: Metsäntutkimuslaitos
kirjasto
PL 18
01301 Vantaa

ISBN 951-40-1637-8
ISSN 0358-4283

Suonenjoen kirjapaino, Suonenjoki 1998

Sisällys

| | |
|--|----|
| LUKIJALLE | |
| Heikki Smolander | 5 |
| AJANKOHTAISTA KASVINSUOJELUSTA | |
| Sakari Liija | 8 |
| JALOSTETUN KOIVUN SIEMENEN TUOTANTO JA SAATAVUUS | |
| Sirkkä Pöykkö | 16 |
| KASVATUSTIHEYDEN JA PAAKKUKOON VAIKUTUS TAIMIEN OMINAISUUksiIN TAIMITARHALLA JA MENESTYMISEEN ISTUTUKSEN JÄLKEEN | |
| Risto Rikala ja Pedro Aphalo | 21 |
| MÄNNYN PAAKKUTAIMIEN JUURISTON PAKKASKESTÄVYYS METLAN SUONENJOEN TUTKIMUSTAIMITARHALLA TALVELLA 1996–1997 | |
| Aija Ryyppö, Elina Vapaavuori ja Tapani Repo | 36 |
| PAAKKUTAIMIEN KASVATUS- JA LANNOITUSMENETELMÄT TAIMITARHOILLA – TAIMITARHATIEDUSTELUN TULOKSIA | |
| Marja-Liisa Juntunen ja Risto Rikala | 42 |
| KOIVUN PAAKKUTAIMIEN KESÄISTUTUS | |
| Jaana Luoranen, Risto Rikala ja Heikki Smolander | 57 |
| ENNAKKOTULOKSIA KOIVUN LEHDELLISTEN PAAKKUTAIMIEN KUIVUUDENSIIKOKYVYSTÄ | |
| Mika Salminen | 66 |
| LYHYTPÄIVÄKÄSITELTYJEN KUUSEN PAAKKUTAIMIEN SYYSISTUTUS | |
| Antti Rantanen ja Jaana Luoranen | 71 |
| AJANKOHTAISTA TAIMITUOTANNOSTA | |
| Hannu Kukkonen | 81 |
| UUDEN LANNOITELAIN MUKAISTEN ANALYYSIMENETELMIEN VAIKUTUS ANALYYSILUKUJEN TULKINTAAN | |
| Jorma Seppälä | 85 |
| SIEMENTEN STRATIFIOINTI MUOVIPUSSISSA. EHDOTUS UUDEKSI STRATIFIOINTIMENETELMÄKSI | |
| Eira-Majja Savonen | 88 |

Kirjoittajat

Pedro Aphalo

Metsäntutkimuslaitos
Joensuun tutkimusasema
PL 68, 80101 Joensuu

Marja-Liisa Juntunen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Hannu Kukkonen

Maa- ja metsätalousministeriö
PL 232, Hallituskatu 3 A
00171 Helsinki

Sakari Lilja

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan tutkimuskeskus
PL 18, 01301 Vantaa

Jaana Luoranen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Sirkku Pöykkö

Metsänjalostussäätiö
Haapastensyrjän
metsänjalostuskeskus
Karkkilantie 247
12600 Läyliäinen

Antti Rantanen

Venemestarinkatu 40 A 8
24240 Salo

Tapani Repo

Joensuun yliopisto
metsätieteellinen tiedekunta
PL 111, 80101 Joensuu

Risto Rikala

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Aija Ryyppö

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Mika Salminen

Metsäekologian laitos
PL 24,
00014 Helsingin yliopisto

Eira-Maija Savonen

Metsäntutkimuslaitos
Parkanon tutkimusasema
Kaironniementie 54
39700 Parkano

Jorma Seppälä

Kekkilä Oy
Amerintie 64
PL 67, 04301 Tuusula

Heikki Smolander

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Elina Vapaavuori

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Lukijalle

Kuluva vuosi on Metlan 80. ja Metsänviljelyn koeasemana perustetun Suonenjoen tutkimusaseman 30. toimintavuosi. En puutu nyt tutkimusaseman menneisyyteen enempää tässä yhteydessä. Toivon, että voimme palata siihen myöhemmin minua ammattitaitoisemman historioitsijan toimesta.

En malta olla kuitenkaan sivuamatta koko aseman toiminnan ajan esillä ollutta kysymystä tutkimustiedon siirrosta käytäntöön. Se on askarruttanut sekä käytäntöä että aseman tutkijoita. Siitä on keskusteltu myös käytännön ja tutkimuksen yhteiselimessä, tutkimusaseman hoitokunnassa. Olen hyvin iloinen, että taimituottajien ja Savon Liiton rahoittamana käynnistyi marraskuun alussa yhteinen yritys toiminnan saattamiseksi entistä systemaattisemmaksi ja ryhdikkäämmäksi.

Metla käynnisti tämän vuoden alusta Etelä-Suomen eli ”puuntuotanto-Suomen” metsien uudistamista koskevan tutkimusohjelman. Tämän Metlan eri yksiköiden yhteistyönä toteutettavan tutkimushankkeen tavoitteena on luoda tietopohjaa metsänuudistamisen tason nostamiselle. Suonenjoen tutkimusasema on mukana kokonaisuudessa kahdella hankkeella. Lisäksi olemme mukana parissa muista yksiköistä vedetyssä hankkeessa.

Paakkutaimien kesäistutus -hankkeessa selvitetään mahdollisuutta laajentaa paakkutaimien istutuskautta. Koivun osalta meillä on jo lupaavia tuloksia. Jaana Luoranen esittelee artikkelissaan niitä lähemmin.

Suonenjoella on myös vetovastuu metsänuudistamisen seuranta-järjestelmän kehittämisessä. Aiemmin vallinnut kiinteä yhteys avohakkuiden ja metsänviljelypinta-alojen välillä näyttää rikkoontuneen 1990-luvulla. Tämä rikkoontuminen näkyy hakkuu- ja taimituotantotilastoissa, mutta millainen tilanne on uudistusaloilla, siitä meillä ei ole luotettavaa tietoa.

Koska VMIn otantakehikko on liian harva uudistamisen tuloksellisuuden seurantaan, tarvittaisiin erillinen tilastollisesti kestävä otantaan ja kvantitatiivisiin mittauksiin perustuva uudistamisalojen inventointi, joka antaisi metsäpolitiikasta päättävälle oikean kuvan tämän hetken tilanteesta. Vaikka uudistumistulos ei vaikuta välttämättä paljon lähiajan hakkuumahdollisuuksiin, on se kuitenkin vähänkään pitemmällä aikajänteellä tarkasteltuna keskeinen suurimpaan kestäväan hakkuumahdollisuuteen vaikuttava tekijä.

Lyhyemmän aikajänteen paineet voivat tulla markkinoilta. Mitä enemmän keskieurooppalaiset asiakkaamme tarkkailevat, miten huolehdimme metsiemme monimuotoisuudesta ja metsätalouden kestävydestä, sitä tärkeämpi on pitää viljelyrästöt kurissa.

Metlan valmiuksiin palvella käytäntöä vaikuttaa valtiovallan uudet linjaukset tutkimuspolitiikassa. Valtiovalta on siirtymässä tutkimuksen rahoituksessa entistä enemmän tutkimusorganisaatioiden kilpailuttamiseen. Tavoite on, että muutaman vuoden kulluttua puolet valtion tutkimuspanostuksesta olisi kilpailun piirissä. Tämä tarkoittaa, että mm. TEKESin ja Suomen Akatemian resurssit kasvavat ja tutkimuslaitosten suoraan budjetin kautta tulevat resurssit pysyvät ennallaan taikka pienenevät.

Merkittävä on toinenkin linjaus. Valtio on edelleen kantamassa vastuun puhtaasta perustutkimuksesta. Soveltavassa tutkimuksessa se alkaa jakaa kustannusvastuuta entistä enemmän yritysten kanssa. Rahoitusta myönnettäessä suositaan hankkeita, joihin yritykset ovat valmiit panostamaan omaa rahoitusta.

Jotta voisimme tulevaisuudessa vastata taimitarha- ja uudistamistutkimuksesta, tutkijoiden ja käytännön toimijoiden pitäisi pystyä tekemään yhteisiä hanke-esityksiä soveltavaa tutkimusta rahoittaville. Yritysrahoituksen osuus näissä hankkeissa ei tarvitse olla kovin suuri: 10–20 % rahoittajasta riippuen. Ottaen huomioon tutkimuksen kalleuden, jo 10 % voi olla yhden taimiyhtiön näkökulmasta paljon. Omavastuuta helpottaa kuitenkin se, että osa rahoittajista hyväksyy yrityksessä tehtävän hankkeeseen kuuluvan työn yritysrahoitusosuudeksi.

Meillä Suomenjoella on kolmatta vuotta käynnissä Koivun paakkutaimien viljelyketju -hanke, jossa yritysrahoitusosuudesta vastaa Itä-Suomen Taimi Oy. Tutkijoilla on hankkeesta hyvin myönteiset kokemukset. Tiedon käyttäjän mukanaolo hankkeen eri vaiheissa on tuonut tutkimukseen uutta ulottuvuutta. Aika näyttää, tuottaako hanke lisäarvoa myös taimiyhtiölle, mikä on hankkeen tarkoitus. Viime marraskuussa käynnistyneessä Taimitarhojen tietopalvelu -hankkeessa yritysrahoitusosuudesta vastaavat kaikki suurimmat taimituottajat yhdessä.

Oman sävynsä tutkimus- ja kehitystyöhön tuo myös uudistettavana oleva EUn aluekehityspolitiikka. Alustavien tietojen mukaan EUn aluekehityshankkeissa osaamisen kasvattamiseen tulisi käyttää jopa 40 % aluekehitysrahoista. Tämä merkitsee uutta potentiaalista rahoituslähdeä tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan. Tässä tilanteessa taimituottajien, taimituottajille tuotteita valmistavien ja tutkijoiden kannattaisi katsella, löytyisikö yhteisiä tutkimus- ja kehittämiskohteita.

Tähän Taimitutkimuksen vuosikirjaan 1998 on koottu kolmansien Kekkilä Oy:n ja Metlan Suomenjoen tutkimusaseman järjestämien Metsätaimitarhapäivien esitelmät ja muutamia artikkeleita,

jotka eivät olleet esillä Taimitarhapäivillä. Kiitän kirjoittajia talkoohengestä ja Kekkilä Oy:tä sujuvasta yhteistyöstä tutkimustiedon välittämisessä käytännön toimijoille.

Suonenjoella Pertin päivänä 1998

Heikki Smolander

Ajankohtaista kasvinsuojelusta

Sakari Lilja

Muutoksia säädöksissä

Kasvinsuojelua koskevat säädökset ovat viimeisen vuoden aikana säilyneet pääosin ennallaan. Vain eräissä yksityiskohdissa on tehty muutoksia ja lisäyksiä.

Laissa torjunta-ainelain 7 §:n muuttamisesta (1031/97) määrätään torjunta-aineiden rekisteröintihakemusten käsittelemisestä ja torjunta-ainerekisterin pitämisestä aiheutuneista kustannuksista valtiolle suoritettavista maksuista seuraavasti:

- 1) 5000 mk kultakin valmisteelta haettaessa rekisteröintiä tai uudeleen rekisteröintiä,
- 2) 3,5 % edellisenä kalenterivuonna myydyn tai muuten luovutetun taikka käytetyn torjunta-aineen arvonlisäverottomasta myyntihinnasta. (Ennen muutosta vastaava luku oli 2,5 % – 1031/87).

MMM voi hakemuksesta vapauttaa maksuvelvollisen suorittamasta 1) kohdassa mainitun maksun tai alentaa sitä, jos valmisteen markkinointi Suomessa arvioidaan vähäiseksi, mutta sen markkinoille toimittamista on pidettävä kasvinsuojelun kannalta tarpeellisena.

Asetus torjunta-aineasetuksen 18 §:n muuttamisesta (172/96) sekä *Asetus torjunta-aineasetuksen 16 §:n ja 18 §:n muuttamisesta (272/97)*

Asetuksen 16 § käsittelee torjunta-ainelautakunnan kokoonpanoa. Siinä aikaisemmin mukana ollut työministeriö on korvattu sosiaali- ja terveysministeriöllä.

Asetuksen 18 §:ssä todetaan ne viranomaiset ja laitokset, jotka torjunta-ainelautakunnan pyynnöstä ovat velvollisia suorittamaan valmisteiden tarkastuksia tai antamaan lausuntonsa hyväksymisen edellytyksistä seuraavasti:

- 1) valmisteiden biologisen tehokkuuden ja käyttökelpoisuuden tarkastamisen osalta maatalouden tutkimuskeskus ja Metsäntutkimuslaitos (172/96); (ennen muutosta: ...maatalouden tutkimuskeskus ja metsätaloudessa käytettäviksi tarkoitettujen valmisteiden tarkastamisen osalta Metsäntutkimuslaitos),
- 2) valmisteiden työhygieenisten haittojen arvioimisen osalta sosiaali- ja terveysministeriö; (272/97); (ennen muutosta: valmisteiden työhygieenisten haittojen arvioimisen osalta työministeriö).

MMMp (98/96) torjunta-aineiden rekisteröintihakemusten yhteydessä toimitettavia tietoja ja tutkimuksia koskevista vaatimuksista sekä MMMp (58/97), joka koskee edellisen päätöksen eräiden liitteiden muuttamista.

Lisäksi torjunta-ainelautakunta on antanut määräyskirjeen (TAL 88/96): ”Ehdot ja ohjeet torjunta-aineen tutkimus- ja kehitystaroituksiin tehtävistä kokeista.”

Määräyksessä annetaan menettelyohjeet niille, jotka haluavat tehdä kokeita rekisteröimättömällä torjunta-aineella. Toimintaan tarvitaan lupa, jonka myöntää Kasvintuotannon tarkastuskeskus (KTTK) torjunta-ainelautakunnan asettamien ehtojen mukaisesti. Lupaa on haettava viimeistään kaksi kuukautta ennen suunnitellun kokeen aloittamista.

Euroopan yhteisön alueella on voimassa ns. kasvinsuojeludirektiivi (neuvoston direktiivi 91/414/ETY), johon alan säädökset meilläkin on sopeutettu. Sen toteuttaminen etenee asteittain, mutta toteutuminen käytännön tasolle näyttää kuitenkin vaativan varsin pitkän ylimenokauden. Uusitun torjunta-ainelain mukaan kasvinsuojeluaineeksi ei saa hyväksyä valmistetta, ellei sen tehoainetta ole merkitty kasvinsuojeluaineissa sallittuja tehoaineita koskevaan Euroopan yhteisön luetteloon (*positiiviluettelo*). Kukin jäsenmaa hyväksyy jatkossakin kaupalliset valmisteet. Meillä hyväksyjä on torjunta-ainelautakunta, joka päättää myös käytön ehdoista ja rajoituksista. Torjunta-aineasetuksessa on säädetty mahdollisuuksista hyväksyä myös niitä aineita, joita ei vielä ole merkitty luetteloon. Suuri ja hitaasti etenevä tehtävä näyttää olevan yhteisön alueella jo käytössä olevien tehoaineiden asiantuntijakäsittely luetteloa varten. Työn arvioidaan valmistuvan vuonna 2003 (Whitehead 1998). Toistaiseksi luetteloon on hyväksytty yksi tehoaine, imatsaliili -niminen fungisidi.

Meillä rekisterissä olevista torjunta-aineista Kasvintuotannon tarkastuskeskus julkaisee ajan tasalla olevan luettelon vuosittain (Blomqvist ym. 1998). Siinä on koottu aineryhmittäin valmisteet, niiden sisältämät tehoaineet ja pitoisuudet, hyväksytty käyttötarkoitus, vaarallisuusluokka sekä rekisteröinnin haltija, luettelo tarkastusviranomaisista ja -laitoksista sekä lopussa aakkoselliset hakemistot tehoaineista ja valmisteista. Vuotuisen luettelon lisäksi KTTK ilmoittaa torjunta-ainelautakunnan aineita koskevista päätöksistä säännöllisesti myös väliaikoina (KTTK tiedottaa..). Metsätalouden käyttöön hyväksytyistä valmisteista käyttökohteineen on tuore yhteenveto Taimiuutisissa (Lilja 1998).

Rikkakasvien torjunta-aineista

Useimpien metsätalouden käyttöön hyväksytyjen rikkakasvien torjunta-aineiden käyttökohteet ovat uudistusaloilla tai metsittä-

villä pelloilla.

Yksinomaan taimitarhakäyttöön on hyväksytty Mogeton WP (*kinoklamiini*), jolla hävitetään maksasammalta havupuiden paakkutaimien kasvustoista. Valmiste oli jo aiemmin käytössä Norjassa ja se on hyväksytty samaan tarkoitukseen viime syksynä myös Ruotsissa.

Reglone (*dikvatti*) on hyväksytty kylvöpenkkien käsittelyyn ennakotorjuntana.

Gardoprim-neste (*terbutylatsiini*) on ollut yleisesti käytössä sekä uudistusaloilla että männyn ja kuusen koulinta-aloilla. Maa-hantuojan aloitteesta valmiste kuitenkin poistetaan meillä rekisteristä 31.12.1998. Seosvalmiste Folar 460 SC (*terbutylatsiini + glyfosaatti*) säilyy markkinoilla toistaiseksi.

Velpar L (*heksatsinoni*) on hyväksytty taimitarhoille männyn koulinta-aloille, mutta taimilaji huomioonottaen sen tarve lienee nykyisellään vähäistä. Sen käyttö on sallittua myös männyn ja kuusen uudistusaloilla.

Tell 75 WG (*primisulfuroni*) on hyväksytty käytettäväksi metsitettävillä pelloilla. Kokeissa on voitu todeta sen käyttömahdollisuudet myös taimitarhojen koulinta-aloilla, mutta tuotteen markkinoija (Novartis) ei halua lisätä sen käyttökohteita meillä.

Metsäkäyttöön hyväksytyjä *glyfosaattia* sisältäviä valmisteita ovat Roundup, Roundup Bio ja yksinomaan vesakon ja puuvartisten torjuntaan Rodeo, joka poistetaan torjunta-ainerekisteristä 31.12.1998. Roundup -valmisteiden käyttöohjeet ovat pääosin ennallaan. Vain ruiskutuksissa käytettävää korkeinta vesimäärää on alennettu 400 litrasta 300 litraan/ha.

Edellisten lisäksi seuraavat glyfosaattivalmisteet on hyväksytty viljelemättömille alueille: Agress (*glyfosaatti-trimesium*), Hankkijan Glyfos, CHE 3607, EK 290 SF ja Roundup Eco-Rae. Viimeksi mainittua lukuunottamatta ne on hyväksytty myös kanto-käsittelyyn, taskutukseen ja ruohovartisten rikkakasvien torjuntaan istutusaloilla joko ennen istutusta tai taimet suojaten istutuksen jälkeen.

Glyfosaatilla voidaan hävittää valikoimattomasti rikkakasveja taimitarhojen kesantoaloilta. Jälkivaikutusta maan kautta ei ole. Valikoivaa käyttöä loppukesällä rikkakasvien havupuun taimien koulinta-aloilla on myös kokeiltu. Taimet sietävät riittävän puutumisen jälkeen glyfosaattia niitä määriä, jotka tehoavat moniin vielä kasvussa oleviin rikkakasveihin, joten tässä vaiheessa on mahdollista tehdä käsittely kasvuston yli taimia vioittamatta. Taimien puutumista turvalliselle kehitysasteelle ei kuitenkaan voi yksin kalenteriaikaa seuraamalla määrittää, sillä puutumisen edistyminen vaihtelee vuosittain mm. sääoloista, taimilajista, lannoituksesta ja taimien jälkikasvusta riippuen. Kun taimien kannalta

turvallisen käsittelyajankohdan määrittely on epävarmaa, ei glyfosaatin käyttöä havupuiden koulinta-aloilla taimen yli levitettyinä voida yleisiin käyttöohjeisiin tässä muodossa hyväksyä.

Käyttökohteena lähellä taimitarhoja on koristepuiden ja -pensaiden kasvatus. Siellä on heinämäisten rikkakasvien torjuntaan hyväksytty mm. Fusilade 2000 (*fluatsifoppi-p-butyyl*) ja Targa Super 5 EC (*kvitsalofoppi-p-etyyli*). Ne tehoavat moniin heinämaisiin lajeihin, mutta eivät kaikkiin, eivätkä lainkaan leveälehtisiin.

Markkinoilta poistuvan Gardoprim-neste -valmisteen tilalla on kokeissa ollut muutamia vaikutuksiltaan ja käyttökohteiltaan samantyyppisiä herbisidejä. Eniten koetuloksia ja kokemuksia on toistaiseksi valmisteilla Tribunil (*metabentstiaturon*) ja Fenix (*aklonifeeni*). Tuloksia on esitetty taimitarhapäivillä jo aikaisemmin ja uusia saatiin viime kesänä järjestetyistä kokeista. Molemmat valmisteet ovat meillä jo torjunta-ainerekisterissä. Tribunil on hyväksytty rikkakasvien torjuntaan istukassipulilla. Sen rekisteröinnin uusiminen on ajankohtainen ja odottaa viranomaiskäsitelyä. Esitys käyttökohteiden laajentamiseksi männyn ja kuusen koulinta-aloille on jätetty.

Tribunil vaikuttaa rikkakasveihin pääasiassa maan ja juuriston, osittain myös lehtien kautta. Se tehoaa moniin sekä yrttimäisiin että heinämaisiin rikkakasveihin.

Käyttömääräksi taimitarhoille on ehdotettu 2,0–2,5 kg/ha. Sopiva käsittelyaika on keväällä ennen taimien kasvuun lähtöä ja ennen rikkakasvien taimettumista tai viimeistään silloin, kun ne ovat pienellä taimella. Tosin tuoreita koulinta-aloja voidaan käsitellä myös kasvukauden aikana koulinnan jälkeen, jos taimet on koulittu kylmävarastosta eivätkä ne vielä ole kasvussa. Kasvussa oleviin puiden taimiin Tribunil aiheuttaa annoksesta ja puulajista riippuen eriasteisia voituksia.

Paras teho rikkakasveihin saadaan hyvin ja riittävän hienoksi muokatussa kosteassa maassa. Maan orgaaninen aines huonontaa tehoa, samoin kasvijätteet ja karikkeet maan pinnalla. Toisaalta läpäisevillä hiekkamailla teho voi vaihdella ja taimien voitusriski kasvaa.

Tribunil tehoaa hyvin tai kohtalaisen hyvin mm. seuraaviin rikkalajeihin: ristikkukaiset, peltolemmikki, peltoemäkki, pihatähitimö, pillikkeet, lutukka, taskuruoho, savikka, niittyleinikki, saunakukka, pihasaunio, peltohatikka, kylänurmikka, puntarpää ja luoho. Peippiin ja tädykkeisiin teho ennen taimettumista levitettyinä on huono, mutta taimettumisen jälkeen selvästi parempi. Tribunil torjuu myös maksasammalta.

Kestäviä tai lähes kestäviä ovat mm. pihatatar, matara ja pelto-orvokki, peltokorte ja muut syväjuuriset lajit. Kestävät lajit voivat yleistyä muiden kustannuksella käsittelyn jälkeen.

Tribunil ei sovellu voittamisriskin vuoksi lehtikuuselle, eikä koivun taimille, joilla se aiheuttaa kasvun taantumista. Myös eräät *Abies*-lajit (*A. procera*, *A. grandis* ja *A. magnifica*) ovat arkoja. Veden vaivaamissa tai hallan voittamissa kohteissa ei käyttöä suositella. Käsittely voi lisätä hallanarkuutta myöhemmin.

Valmiste on veteen sekoitettava, helposti pölyävä jauhe. Sekoittaminen on tehtävä huolellisesti ja myös työn aikana on huolehdittava ruiskutenesteen riittävästä sekoittumisesta.

Fenix -valmisteella on käyttö- ja vaikutustavaltaan yhteisiä piirteitä Tribunilin kanssa. Aine on hyväksytty meillä rikkakasvien torjuntaan peruna-, porkkana-, herne-, istukassipuli-, tilli-, persilja-, kumina- ja auringonkukkaviljelyksillä. Metsätaimtarhat eivät toistaiseksi ole käyttöohjeessa mukana, mutta käytön laajennusta on haettu.

Valmiste vaikuttaa pääasiallisesti maan pintakerroksen kautta estämällä itävien rikkakasvien kehittymistä. Aineella on tehoa myös jo itäneisiin rikkoihin. Esimerkiksi orgaanisilla mailla, joilla teho muuten on huonompi, käsittelyn siirtäminen itämisen jälkeen antaa paremman tuloksen. Puiden taimien tulee kuitenkin tuolloin vielä olla lepotilassa.

Fenix tehoa hyvin tai kohtalaisesti moniin sekä heinämäisiin että leveälehtisiin lajeihin Tribunilin tavoin. Pillikkeisiin ja villakkoon sen teho on huono. Sen sijaan mm. ristikukkaisiin, savikkaan, mataraan, pihatähtimöön ja kylänurmikkaan teho on ollut varsin hyvä.

Seuraavassa taulukossa on esitetty näillä valmisteilla saatuja tuloksia tuoreen koulinta-alan rikkakasvien torjuntakokeessa viime kesältä Leksvallin taimitarhalta.

Taulukko 1. Tuloksia rikkakasvien torjuntakokeesta (L 17/97)

| Koejäsen | Rikkakasvit kasvukauden lopulla (19.8.) | | |
|--------------------|---|------------|---|
| | peittävyys % | korkeus cm | lajit |
| Tribunil 2,5 kg/ha | ±0 | <5 | vähän juolan alkua |
| Kontrolli | 100 | 30–50 | nurmikka, pihasaunio, jakkärä, saunakukka, lutukka, tatar |
| Fenix 1 l/ha | 5 | 20–30 | villakko, juola |
| Kontrolli | 100 | 30–50 | jakkärä, pihasaunio, nurmikka, saunakukka |

Koe perustettiin kuusen taimien (2A) tuoreelle koulinta-alalle koulintaa seuraavalla viikolla 24.6.1997. Ruutukoko herbisidikäsitteilyssä 5 penkkimetriä, kontrollia 1,5 m kunkin ruudun päässä; toistoja kaksi. Maa oli edellisten päivien sateiden kastelema. Ilman lämpötila oli +15 °C. Ennen koulintaa taimet oli säilytetty kylmävarastossa.

Hyvän tuloksen edellytyksiä tässä kokeessa olivat mm. maan riittävä kosteus, orgaanisen osuuden vähyys ja ajoissa tehty käsittely ennen rikkojen taimettumista.

Kuusen taimet olivat koetta perustettaessa lepotilassa. Taimivioituksia ei todettu.

Täydentävänä vaihtoehtona rikkakasvien torjunnassa on kokeissa ollut Gallery (*isoksabeeni*), aiemmin tuotenimellä Flexidor. Se on äskettäin hyväksytty rikkakasvien torjuntaan hedelmäpuiden, marjapensaiden ja vadelman alustoilta, mansikkaviljelyksiltä sekä puuvartisten koristekasvien taimistoista ja istutuksilta. Sille on haettu hyväksymistä myös taimitarhoille sekä metsänviljelyaloille.

Kokeissa on todettu aineen hyvä valikoivuus ja käytön turvallisuus monien havu- ja lehtipuulajien taimikasvustoissa ilman taimivioituksen riskiä. Merkittävä puute on tehon puuttuminen heinämaisiin lajeihin sekä käsittelyn olosuhteiden ja maaperän ominaisuuksien suuri vaikutus lopulliseen tulokseen. Jo itäneisiin rikkoihin aine ei tehoa. Kasvualustan on oltava kokkareettomaksi muokattu ja riittävän kostea, tai tarvittaessa on tehtävä noin 20 mm:n sadetus 2–3 vrk:n kuluessa käsittelyn jälkeen kuitenkin siten, että pinta-valumaa ei synny. Myös ruiskutuksessa on käytettävä riittävästi vettä, ja on tärkeää että nestettä leviää kauttaaltaan tasaisesti käsiteltävän alueen pinnalle. Orgaaninen aines maassa (> 10 %) tai maan pinnalla voi huonontaa tehoa. Ensimmäisissä kokeissa näitä tekijöitä ei otettu riittävästi huomioon ja tulokset olivat huonoja tai korkeintaan tyydyttäviä.

Kun nyt taimistoille hyväksytyssä käyttöohjeessa ovat jo mukana puuvartisten koristekasvit, ei lisäys metsätaimtarhoista käyttö-tarkoitusta oleellisesti muuta. Ohjeessa on lueteltu suuri määrä havu- ja lehtipuita sekä koriste pensaita, jotka kestävät valmistetta sekä taimitarhalla että istutuspaikalla. Käytön laajentamiselle koskemaan yleisemmin metsänviljelyä ei kuitenkaan näytä olevan edellytyksiä.

Valmisteella on saatu hyviä tuloksia monien leveälehtisten mm. ristikkukkaisten, peltohatikan, pihatähtimön, pelto-orvokin, tädykkeen, savikan, punapeipin, lutukan ja kohtuullisia mm.villakon, pihatattaren ja mataran torjunnassa. Aiemmin mainitut olosuhteet ovat edellytys tuloksen onnistumiselle.

Galleryn yhteydessä joutuu ratkaisemaan erikseen heinämaisten rikkojen torjunnan. Niitä varten on olemassa valikoivia lehti-herbisidejä, joita voidaan levittää taimikasvustoihin myös kesän

aikana. Tosin useimmat niistä ovat teholtaan suppea-alaisia, ts. tehoavat hyvin vain muutamiin lajeihin.

Kasvitautilien torjunta

Juurikäypää lukuunottamatta aktiiviseen sienitautien torjuntaan metsätaloudessa on tarvetta ja mahdollisuuksia lähes yksinomaan taimitarhoilla. Suurimmat tautiriskit ovat edelleen männyn ja koivun taimilla. Kuusella haitallisia tauteja on taimivaiheessa vähän.

Sienitautien torjunta-aineiden eli fungisidien valikoimassa ei viimeisen vuoden aikana ole tapahtunut suuria muutoksia. Rekisterissä on vielä säilytetty vanhoista valmisteista kuparia ja manebia – lähinnä varalla sekä männynkaristeeseen kohtuullisen hyvin tehoavina vaihtoehtoina – vaikka niiden käyttö lieneekin nykyisellään vähäistä. Koivunruosteeseen ne eivät tehoa, vaikka tämä maininta näyttää poistopyynnöistä huolimatta säilyneen vielä käyttöohjeissa ja -oppaissa. Uudemmista fungisideista on monipuolisin Bravo 500 (*klorotaloniili*), joka versosurman lisäksi tehoaa myös karisteisiin.

Niin kauan kuin männyn taimikasvustoja tai -varastoja talvehtii ulkona, on lumikaristeen (*Phacidium infestans*) aiheuttama tautiriski suurimmassa osassa maata otettava vuosittain huomioon. Toistaiseksi siihen ei ole muita tehokkaita keinoja kuin fungisidikäsitteilyt syksyllä ennen lumen tuloa. Seurantakokeita fungisideilla on viime vuosina tehty säännöllisesti sekä jo markkinoilla olevien valmisteiden toiminnan tarkistamiseksi että lisävaihtoehtojen hakemiseksi. Syksyllä 1996 perustetuissa kahdessa kokeessa oli taudin esiintyminen niin vähäistä, että tuloksia fungisidien mahdollisesta tehosta ei seuraavana keväänä saatu. Keinollista saastuttamista ei taimitarhojen kenttäkokeissa ole käytetty. Kokeita jatkettiin viime syksynä muutamilla lisäyksillä. Mukana ovat käsittelemättömän kontrollin lisäksi seuraavat koejäsenet: Tilt 250 EC (*propikonatsoli*), Bravo 500 (*klorotaloniili*), Shirilan (*fluatsinami*), Sportak (*prokloratsi*), Amistar (*atsoksisstrobiini*) ja Bion (“*acibenzolar-S-methyl*” ehdotettu tehoainenimi).

Amistarin tehoaineen lähtökohtana on ollut perinteisistä fungisideista poiketen luonnossa yleisesti esiintyvän sienen, käpynahikkaan (*Strobilurus tenacellus*) aineenvaihduntatuotteet (Lilja 1997).

Bion -valmiste ei itse asiassa ole varsinainen fungisidi, vaan se edustaa aineryhmää, josta käytetään nimitystä ”kasviaktivaattorit” tai ”kasvinvahvistajat” (plantactivator, Pflanzenaktivator, Pflanzenstärkungsmittel). Viranomaiskannanotot aktivaattorien luokitteluun toistaiseksi puuttuvat.

Koivulla lehtiruoste ei viime kesänä ollut kovin runsasta. Taimitarhaoloissa tauti vaatii kuitenkin huolellista seurantaa ja tarvittaessa torjuntakäsittelyä. Bayleton 25 (*triadimefoni*) on edelleen

käytössä, eikä ongelmia esim. kestävien ruostekantojen muodossa ole toistaiseksi ilmennyt. Koivun taimien verso- ja tyvilaikkutautia sen sijaan oli loppukesällä tavallista runsaammin. Rehevät kasvustot hyvän kasvukauden seurauksena osaltaan edistivät taudin leviämistä. Taudinaiheuttajista merkittävään kuuluu *Phytophthora* -sieniin. Sen torjuntakeinoja ei toistaiseksi ole selvitetty. Tulevissa kokeissa on tavoitteena tarkistaa tämän ryhmän sienilajeja vastaan käytettyjen fungisidien soveltuvuutta koivun laikkutaudin torjunnassa. Niitä ovat mm. perunaruton torjunnassa käytetty Shirlan ja äskettäin meillä uutena valmisteena kurkun lehtihomeen torjuntaan hyväksytty Aliette 80 WG (*fosetyyli-Al*).

Tuhoeläinten torjunta

Taimien käsittelyyn tukkimiehentäin syöntien estämiseksi ovat pyretroidit edelleen käytössä. Tehoaineista yleisin on *permetriini* ja valmisteista Gori 920. Samaa tehoainetta sisältävä Ambush jää pois rekisteristä 31.12.1998. Vuoden lopussa jää pois myös Ripcord (*sypermetriini*), jonka tilalle samoihin käyttötarkoituksiin on jo aiemmin hyväksytty Fastac (*alfa-sypermetriini*).

Klerat-myyränsyötti on hyväksytty pello-, kenttä- ja lapinmyyrän torjuntaan talven aikaan myyrien lumireikiin sijoitettuna, vesimyyrällä syksyllä myyrien maakäytäviin.

Karkotteena hirville ja peltomyyrälle on hyväksyttyjä valmisteita toistaiseksi vain Ersä (*karkotusöljy Daphne+syklopentadieeni-polymeeri*). Hirvikarkote Top Dendrocol 17 (*kuparinaftenaatti+luonnonhartsit*) poistettiin rekisteristä 31.12.1997. Muutamia uusia kasviuutepohjaisia hirvikarkotteita on ollut Metsäntutkimuslaitoksella tarkastettavana. Myyntilupaa karkotteeksi on myös haettu muoviputkeen sijoitetulle hajusaippuulle. Riittävästi koetuloksia tehokkuuden arvioimiseksi valmistunee niistä vielä tämän vuoden aikana.

Kirjallisuus

- Blomqvist, H., Hirvonen, L., Hynninen E-L., Ohra-aho, P., Toivola, P. & Vanhanen, R. 1998. Torjunta-aineet-1998. Luettelo rekisterissä olevista torjunta-aineista ja niiden käyttöä koskevista ehdoista. Kasvintuotannon tarkastuskeskus, KTTK. Helsinki 60 s. ISSN 0784-1043.
- Hock, B., Fedtke, C. & Schmidt, R.R. 1995. Herbizide. Entwicklung, Anwendung, Wirkungen, Nebenwirkungen. Georg Thieme Verlag. Stuttgart. 358 s. ISBN 3 13 139201 0.
- Lilja, S. 1998. Metsätalouden käyttöön hyväksytyt torjunta-aineita. Taimi uutiset 1:8–10.
- 1997. Kasvinsuojelun kuulumisia. Julkaisussa: Smolander, H. (toim.). Metsäntuotantokokous Jyväskylässä 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantaja 650:9–15.
- Tomlin, C., Ed. 1997. The Pesticide Manual. 11thed. The British Crop Protection Council. 1606 s. ISBN 1 901396 11 8.
- Whitehead, R. 1998. The UK Pesticide Guide 1998. The British Crop Protection Council. 683 s. ISBN 0 85199 239 0.

Jalostetun koivun siemenen tuotanto ja saatavuus

Sirkku Pöykö

Tuotanto

Metsänjalostussäätiö kehitti jalostetun koivun siemenen tuotantomenetelmän 70-luvulla. Siinä koivun siemen tuotetaan muovinalaisissa siemenviljelyksissä kasvihuoneissa. Huoneet voivat olla hyvin erilaisia; suurimmat ovat pinta-alaltaan jopa 2000 m², pienimmät vain 350 m². Nykyisin siemenviljelykset pyritään perustamaan mahdollisimman suuriin ja korkeisiin huoneisiin, joissa siementuotto on parempi tuotantokustannuksiin nähden (Pirttilä ja Saarela 1989).

Valitut puut vartetaan ja vauhtikasvatetaan mahdollisimman nopeasti istutuskuntoon. Alkukasvatus tapahtuu tehokkaissa kasvihuoneissa, joissa on lämmitys, valaistus ja hiilidioksidilannoitus. Koivun varteet saadaan kasvamaan yhdessä kasvukaudessa helposti noin 2,5–3 metrin pituisiksi, ja ne voidaan istuttaa siemenviljelykseen jo ensimmäisenä syksynä.

Koivu on hyvin kiitollinen puulaji niin jalostuksessa kuin siementuotannossakin, koska se saadaan kukkimaan hyvin nuorena. Viljelykset alkavat tuottaa siementä jo 2–3 vuotiaina, joten tuottamaton nuoruusvaihe jää hyvin lyhyeksi. Ennätys on jopa 9 kuukautta kylvöstä, kun kylvetty taimi on saatu itse tuottamaan siementä.

Hyvällä hoidolla ja tehokkaalla kukittamisella sekä ripauksella hyvää säänonnea koivuviljelykset saadaan kukkimaan hyvin lähes joka vuosi. Tuotantovaihetta kestää normaalisti 7–8 vuotta, tosin esimerkiksi Haapastensyrjän visakoivuviljelys on jo noin 15-vuotias. Tämän jälkeen viljelys kaadetaan ja tilalle voidaan istuttaa uusi aineisto. Koska koivuviljelyksen elinikä on näin lyhyt verrattuna muihin kotimaisiin puulajeihin, voidaan jalostuksen tulokset siirtää nopeasti käytäntöön. Samasta syystä koivun jalostus on edennyt pisimmälle.

Vuoden mittaan koivun siemenviljelyksessä tehdään monenlaisia töitä. Keväällä muovihuoneen luukut suljetaan maaliskuun vaihteessa ja annetaan auringon lämmittää puut kasvuun. Tarkoituksena on saada puut kukkimaan muovihuoneessa ennen

kuin koivun kukinta luonnossa alkaa. Tällöin huoneessa olevat puut pölyttävät toinen toisensa, eikä luonnosta tuleva pöly pääse alentamaan jalostushyötyä tai sotkemaan siemenen käyttöaluetta. Kun kukinta alkaa, tehdään pölytys. Puista ravistetaan siitepöly irti ja puhalletaan se reppuruiskulla liikkeelle. Isommissa huoneissa on lisäksi suuret kasvihuonepuhaltimet, jotka pitävät siitepölypilven liikkeellä jopa useita tunteja pölyttämisen jälkeen. Pölytys tehdään päivittäin, kunnes kaikki siitepöly on kehittynyt ja irronnut.

Toukokuun puolivälin paikkeilla aloitetaan kukittaminen seuraavan vuoden siemensadon lisäämiseksi. Koivulla kukka-aiheet kehittyvät kukintaa edeltävän vuoden touko-kesäkuussa. Kukka-aiheiden muodostumista lisätään syöttämällä tänä aikana muovihuoneeseen hiilidioksidia propaania tai petroolia polttamalla. Lisävalo vaikuttaa koivuun samoin. Valon määrää pyritään kasvattamaan valkaisemalla maan pinta valkoisella kalkkikiviruohella.

Huoneita hoidetaan kasvukautena tuulettamalla, kastelemalla ja lannoittamalla. Kasvinsuojeluruiskutuksia joudutaan jonkin verran tekemään, koska muovinalaiset koivuviljelykset ovat otollinen kasvupaikka myös tuhohyönteisille. Siemenen keräys aloitetaan yleensä heinäkuun viimeisellä viikolla. Siemenet nypitään käsin tikkailta tai korkeimmissa huoneissa henkilönosturilla.

Siemenviljelyssiemenen käyttö

Jalostetun koivunsiemenen käyttö on muuttunut viidessätoista vuodessa huomasti. Kun vuonna 1983 istutettiin n. 4 milj. tainta, istutettiin huippuvuonna 1992 n. 28 milj. tainta. Sittenkin ovat istutusmäärät tästä jonkin verran pudonneet. 80-luvulla koivun käyttö lisääntyi niin nopeasti, että siementuotantoa ei pystytty käynnistämään samassa tahdissa. Tällä hetkellä viljelykset tuottavat siementä määrällisesti lähes tarvetta vastaavasti, mutta ne ovat lajeiltaan ja alkuperiltään hieman epätasapainossa. Taimitarhat käyttävät tällä hetkellä n. 60 kg jalostettua koivun siementä vuodessa (Metsätalastollinen vuosikirja 1997).

Tarjonta

Tällä hetkellä tuotannossa olevia viljelyksiä on kolmetoista; kymmenen Metsänjalostussäätiöllä Haapastensyrjässä ja kolme Tapi-on siemenkeskuksessa Oitissa. Myynnissä on myös joitakin eriä jo lopetetuista viljelyksistä. Paras tarjontatilanne on eteläsuomalaisesta rauduskoivusta. Lämpösumma-alueelle 1150–1350 d.d. löytyy useamman eri viljelyksen siementä. Tarjolla on sekä perinteisten moniklooniviljelysten siementä että kahden kloonin

risteytyslajikkeita. Moniklooniviljelyksellä tarkoitetaan siemen-
viljelystä, jossa on 30–50 puuta risteytymässä keskenään. Suurim-
mat viljelykset on perustettu toisen polven puilla eli puilla, jotka
on jo jälkeläiskokeissa testattu. Risteytyslajike tarkoittaa sitä, että
jälkeläiskokeesta on löytynyt poikkeuksellisen hyvä yksittäinen
jälkeläistö. Tätä siementä voidaan tuottaa varttamalla kyseisen
jälkeläistön vanhemmat muovihuoneeseen. Tällöin voidaan saada
korkeampia jalostushyötyjä kuin perinteisistä monikloonivilje-
lyksistä. Näitä risteytyslajikkeita on tällä hetkellä kaksi. JR1:n
käyttöalue on sama kuin edellä mainituilla Etelä-Suomen rau-
duksilla. JR1 on valittu hyvän laadun ja kasvun perusteella. Van-
hemmat ovat Kangasalta ja Nummi-Pusulasta. JR2 on myöhem-
min valittu risteytyslajike. Hyvän laadun lisäksi se on erittäin
nopeakasvuinen. JR2:n vanhemmat ovat Lopelta ja Jäppilästä.
Sen käyttöalue on vähän eteläisempi kuin JR1:n, 1200–1350 d.d.

Keski-Suomessa siementuotannon tilanne on huomattavasti
heikompi. Molemmat vielä tuotannossa olleet viljelykset on nyt
kaadettu, ja kuluu 3–4 vuotta ennen kuin uusista perustettavista
viljelyksistä aletaan saada merkittäviä satoja. Varastoissa on vielä
siementä jäljellä, mutta siemenen saatavuudessa on odotettavissa
katkos parin vuoden kuluttua. Pohjoisimmat koivun siemen-
viljelykset ovat Tapion viljelys 390 Kainuun käyttöalueelle 950–
1150 d.d., sekä Metsänjalostussäitiön viljelys 393, jonka käyttö-
alue on 1000–1200 d.d. Näiden siemenviljelysten tuotantomäärät
ovat kuitenkin melko vähäiset tarpeeseen nähden.

Hieskoivulla on sama vääristymä alkuperien suhteen kuin
rauduskoivullakin. Etelä-Suomeen on siementä riittävästi saata-
vissa, mutta Keski-Suomen tuotantomäärät ovat melko alhaiset.
Etelä-Suomeen käyttöalueelle 1150–1350 d.d. tuottaa siementä
kolme viljelystä. Keski-Suomea varten on tällä hetkellä vain yksi
pieni viljelys olemassa. Sen käyttöalue, 1000–1200 d.d., on oikein
sopiva jatko edellä mainituille Etelä-Suomen viljelyksille, mutta
se tuottaa hyvin pieniä määriä siementä.

Visakoivun siemen on tähän asti riittänyt hyvin, koska taimi-
kasvatukseen tarvittava siemenmäärä on aika pieni. Mutta viime
aikoina visakoivunkin suora metsäkylvö on voimakkaasti lisään-
tynyt kuten koivun yleensäkin, joten siemenen menekki myös
kasvaa koko ajan.

Tuotantosunnitelmat

Koivun siementuotannon tulevaisuudesta on viime vuonna laadi-
tu suunnitelma, jossa esitetään uusien siemenviljelysten perusta-
mistarpeet. Siinä siementuotannon suunnitteluryhmä on arvioi-
nut, että vuosina 2003–2007 rauduskoivun taimitarhakäyttö kas-
vaa kymmenellä kilolla eli 90 kiloon vuodessa jakautuen puoliksi

Etelä- ja Keski-Suomeen. Hieskoivun taimitarhakäytön ennustetaan myös lisääntyvän kymmenellä kilolla eli 30 kiloon painotuen Keski-Suomeen, Pohjois-Savoon ja Pohjois-Karjalaan. Taimitarhasiemenen oletetaan olevan kokonaan siemenviljelyssiementä. Lisäksi puolet metsäkylvöön käytetystä siemenestä oletetaan olevan siemenviljelyssiementä. Tällöin jalostetun koivun siemenen käyttö lisääntyisi 470 kiloon vuodessa.

Tätä ennustetta vasten suunnitteluryhmä esittää perustettavaksi uusia viljelyksiä Etelä-Suomea varten yhteensä 2500 m². Keski-Suomea varten esitetään perustettavaksi 1325 m² raudus- ja 700 m² hiesviljelyksiä, joilla kummallakin on jo kiire (Hagqvist ja Lepistö 1996).

Vuonna 1998 Metsänjalostussäätiö varttaa Haapastensyrjään ja Pieksämäelle kaksi uutta Keski-Suomen viljelystä sekä Metsähallituksen Pataman taimitarhalle Keski-Suomea varten yhden raudus- ja yhden hiesviljelyksen. Vuonna 1999 mahdollisesti vartetaan uudet aineistot Etelä-Suomen rauduksia varten Haapastensyrjään ja Oittiin.

Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty

Äskettäin on julkaistu merkittävä tutkimusraportti rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyödyistä. Risto Hagqvist ja Juhani Hahl ovat tutkimuksessaan selvittäneet kolmen ensimmäisen 1970-luvulla perustetun muovihuonesiemenviljelyksen jälkeläisten tuottamia jalostushyötyjä kasvu- ja laatuominaisuuksissa. Kasvua ja laatua verrattiin vastaavilta jalostusvyöhykkeiltä peräisin oleviin metsikköalkuperiin. Koeaineisto käsitti seitsemän mittaushetkellä 8–12-vuotiasta jälkeläiskoetta ja yhden 10-vuotiaan kasvu- ja tuotoskokeen (Hagqvist ja Hahl 1997).

Rungon tilavuus lisääntyi eteläsuomalaisella aineistolla 29.1 % ja keskisuomalaisella 26.3 %. Läpimitta suureni vastaavasti 10.8 % ja 10.0 %, yläläpimitta lisääntyi hiukan tätä enemmän. Pituuden jalostushyöty oli 9.3 % ja 6.9 %. Myös runkomuodossa tapahtui selvää paranemista. Rungon koon huomioon ottava suhteellinen oksanpaksuus pieneni ja oksien lukumäärä pysyi likimain ennallaan. Useimmat silmävaraisesti luokitellut laatuominaisuudet paraniivat selvästi tai ainakin lievästi.

Erillisen, vanhemman koeaineiston perusteella arvioitiin tilavuuden jalostushyödyn myöhemmällä iällä suurenevan tai pysyvän ennallaan. Nykyiset, edistyneemmät siemenviljelykset on suunniteltu huomattavasti monipuolisempaan ja pidempiaikaiseen testaustietoon perustuen kuin nämä 70-luvulla perustetut. Niinpä nykyisen jalostetun siemenen voidaan odottaa olevan vielä edellä

esitettyä parempaa. Kuinka paljon parempaa, siihen pystytään vastaamaan 6–9 vuoden kuluttua.

Anssi Ahtikosken tutkimuksen mukaan koivun jalostus on kansantaloudellisesti kannattavaa jo 5–7 %:n jalostushyödyllä (Ahtikoski 1995). Edellä mainittujen tutkimustulosten valossa raja-arvot ylittyvät moninkertaisesti. Saavutetut jalostushyödyt lisäävät myös yksityisen metsänomistajan koivunviljelyn kannattavuutta huomattavasti mm. lyhentämällä kiertoaikaa yli kymmenellä vuodella.

Kirjallisuus

- Ahtikoski, A. 1995. Männyn ja rauduskoivun siemenviljelysten kannattavuus. Metsänjalostussäätiön tiedonantoja 10. Helsinki. 32 s.
- Hagqvist, R. & Hahl, J. 1997. Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty: koeaineistot ja siemenviljelyskohtaiset tulokset. Metsänjalostussäätiön työraportteja 46. Helsinki. 47 s.
- Hagqvist, R. & Lepistö, M. 1996. Koivun siemenviljelyohjelma vuosille 1998–2007. Metsänjalostussäätiön työraportteja 35. Helsinki. 9 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1997. Metsäntutkimuslaitos. Jyväskylä. 348 s.
- Pirttilä, V. & Saarela, S. 1989. Koivun muovihuonesiemenviljelyksen perustaminen ja hoito. Metsänjalostussäätiön tiedote 2/1989. Helsinki. 6 s.

Kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutus taimien ominaisuuksiin taimitarhalla ja menestymiseen istutuksen jälkeen

Risto Rikala ja Pedro Aphalo

Johdanto

Taimien kasvatustiheys ja paakun koko ovat keskeisimpiä muovi-huoneessa kasvatettavien paakutaimien kasvatuskustannuksiin vaikuttavia tekijöitä. Nämä tekijät vaikuttavat voimakkaasti myös taimien laatuun (esim. Kinghorn 1974, Landis 1990). Taimien läpimitan ja tanakkuuden on todettu kasvavan ja taimien fysiologisen laadun parantuvan kasvutilan väljetessä (esim. Tanaka ja Timmis 1974, Simpson 1991). Läpimittaa ja tanakkuutta on puolestaan pidetty parhaina morfologisina taimien istutuksen jälkeisen menestymisen ennustajina (Duryea 1984, Sutherland ja Day 1988).

Nykyisessä metsänviljelyaineiston kauppaa koskevassa päätöksessä on paakutaimille säädetty kasvatustiheydestä riippuva taimierän enimmäispituus ja erän yksittäisen taimen vähimmäispituus (Maa- ja metsätalousministeriön päätös 1992). Näin on pyritty varmistamaan taimille riittävä tanakkuus ja toisaalta eliminoimaan taimikasvuston alle jääneiden liian pienien, heikkojen taimien myynti (Kokkonen ja Räsänen 1980). Kasvatustiheyden ja paakun koon vaikutuksesta taimien maastomenestymiseen on kuitenkin vielä niukemmin tietoa kuin taimien kehitymisestä taimitarhalla. Em. päätöksessä esitetyt kokosäädökset perustuvatkin lähinnä suomalaisilta taimitarhoilta mitattuihin morfologisiin aineistoihin ja muutamiin paljasjuuritaimilla tehtyihin kenttäkokeisiin.

Vuonna 1992 aloitettiin Suomenjoen tutkimusasemalla hanke, jossa tutkitaan kasvatustiheyden vaikutuksia taimien kasvuympäristöön ja taimiin (Aphalo 1994). Kokeissa on selvitetty mm. kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutusta männyn, kuusen ja

koivun paakkutaimien kehittymiseen taimitarhalla sekä taimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Istutuskokeista on nyt käytettävissä männyn osalta viiden ja koivun sekä kuusen osalta neljän vuoden tulokset.

Aineisto ja menetelmät

Taimimateriaali, koejärjestelyt ja mittaukset taimitarhalla

Yksivuotiset männyn ja kaksivuotiset kuusen taimet kasvatettiin Suonenjoen taimitarhalla vaalealla, peruskalkitulla ja lannoitetulla rahkaturpeella (PP6, Kekkilä Oy) täytetyissä ecopot-taimiarkeissa (Lännen Tehtaat Oy). Männyn (Sv88, M29-91-0012) ja kuusen (Sv109, T03-89-134) siemenet (3 siementä/kenno) kylvettiin 14.5.1992 ja taimet harvennettiin yksi taimi/kenno-asentoon kolme viikkoa myöhemmin. Yksivuotiset koivun taimet kasvatettiin ensokennoarkeissa (Enso-Gutzeit Oy). Ensimmäisen siemen (Sv, 379, M29-91-0001) kylvettiin hajakylvönä em. turpeella täytettyihin laatikoihin, joista itäneet sirkkataimet kouluttiin 4.6.1993 samalla turpeella täytettyihin ensokennoihin.

Männyntaimia lannoitettiin 11 kertaa kasvukauden aikana kasteluveden mukana annetuilla superex-lannoitteilla (Kekkilä Oy). Peruslannoitus mukaan luettuna taimille annettiin 17 g m² typpeä, 5 g m² fosforia ja 22 g m² kaliumia. Muovi poistettiin kasvihuoneesta 24.8.1992. Kuusentaimet kasvatettiin kaksivuotiaiksi. Ensimmäisenä kesänä taimet siirrettiin muovihuoneesta ulos 24.8. ja toisen kasvukauden ne kasvoivat avomaalla. Kuusen taimien ensimmäisen kasvukauden lannoitus oli sama kuin männyllä ja toisena kasvukautena niille annettiin kaikkiaan 17 g m² typpeä, 10 g m² fosforia ja 25 g m² kaliumia. Koivuntaimiarkit siirrettiin kasvihuoneesta ulos avomaalle 8.7.1993, jolloin myös taimiarkit väljennettiin 10 cm:n etäisyydelle toisistaan. Koivuntaimia lannoitettiin superex-lannoitteilla ja peruslannoite mukaanlukien koivun taimille annettiin 22 g m² typpeä, 10 g m² fosforia ja 27 g m² kaliumia.

Koekäsittelyinä oli männyllä ja kuusella kolme ecopot-paakkukokoa, joissa kussakin kolme kasvatustiheyttä: täystiheä (100 %), joka toinen taimirivi harvennettu yhteen suuntaan (50 %) ja joka toinen rivi harvennettu kahteen suuntaan (25 %) (taulukko 1). Reunavaikutuksen minimoimiseksi taimiarkit ryhmiteltiin käsittelyittäin (paakkutyypin/ tiheys) mänty- ja kuusikokeessa neljään ja koivukokeessa kolmeen lohkokseen. Lisäksi reunavaikutuksen minimoimiseksi kokeet reunustettiin ylimääräisellä

Taulukko 1. Männyn (PS308, PS408, PS508), kuusen (PS408, PS508, PS608) ja koivun (EK-45 ja EK-28) kasvatuksessa käytetyt paakkutyypit, paakkujen tilavuudet ja kasvatustiheydet.

| Paakkutyyppi | Paakun tilavuus cm ³ | 100 % | Kasvatustiheys | |
|--------------|---------------------------------|-------|-----------------------|------|
| | | | 50 % | 25 % |
| | | | taimia/m ² | |
| PS308 | 45 | 1726 | 863 | 431 |
| PS408 | 75 | 895 | 447 | 223 |
| PS508 | 103 | 620 | 310 | 155 |
| PS608 | 152 | 433 | 216 | 108 |
| EK-45 | 190 | 306 | 156 | 88 |
| EK-28 | 300 | 190 | 95 | 54 |

taimiarkkirivillä. Kaikkiaan kasvatettiin jokaista käsittelyä vähintään 500 tainta.

Keväällä ennen taimien kasvuunlähtöä ja istutusta arvottiin jokaisesta käsittely-yhdistelmästä lohkoittain kaikkiaan 60 tainta, joista mitattiin pituus ja kuuselta myös toisen kasvukauden pituuskasvu. Lisäksi joka toisesta näytetaimesta (30 tainta/käsittely) mitattiin tyviläpimitta, 5 mm pitempien oksien lukumäärä ja pituus. Havupuun taimilta laskettiin neulasten lukumäärä 2 cm:n matkalta verson puolivälistä sekä punnittiin neulasten, rangan ja juuriston kuivamassa (2 vrk, 60 °C). Koivun taimissa ei ollut lehtiä näytteenottohetkellä. Havupuiden neulasista sekä rangasta + juurista ja koivujen rangasta + juurista määritettiin tyyppipitoisuus CHN-analysaattorilla.

Istutuskokeet

Sekä männyn että kuusen taimista perustettiin kaksi istutuskoetta: taimitarhapellolle ja metsämaalle. Koivukoe perustettiin vain metsämaalle. Mäntykokeet istutettiin 11.–12.5.1993, kuusikokeet 9.–10.5.1994 ja koivukoe 17.–18.5.1994. Männyn ja kuusen metsämaakokeet edustivat mustikkatyyppin moreenimaata. Koivun koealue jakautui kahteen osaan (kolme lohkoa kummassakin), joista toinen edusti mustikkatyyppin ja toinen puolukkatyyppin moreenimaata. Koska eri käsittelyissä taimet kasvoivat tarhalla erikokoisiksi, laskettiin jokaiselle paakku-tiheys yhdistelmälle taimien vähimmäis- ja enimmäispituus siten, että sekä pituusjakauman ylä- että alapäästä hylättiin 10 % taimista (taulukko 2). Vaikka kaikkiin istutuskokeisiin pyrittiin valitsemaan terveitä, myytävän taimimateriaalin kriteerit täyttäviä taimia, saattoi koivukokeeseen päästä jonkin verran myös laikkutautisia taimia.

Taulukko 2. Istutuskokeisiin lajiteltujen männyn-, kuusen- ja koivuntaimien vähimmäis- ja enimmäispituudet paakkutyypeittäin ja kasvatustiheyksittäin.

| Paakkutyyppi | Kasvatustiheys | | |
|--------------|----------------|------------|-----------|
| | 100 % | 50 % cm | 25 % |
| <u>Mänty</u> | | | |
| PS308 | 9,0–13,0 | 7,5–10,5 | 6,5–10,0 |
| PS408 | 10,5–14,5 | 7,5–11,2 | 7,0–11,2 |
| PS508 | 8,8–12,7 | 8,0–12,0 | 7,0–11,0 |
| <u>Kuusi</u> | | | |
| PS408–608 | 24,0–37,5 | 21,3–34,9 | 19,6–32,6 |
| <u>Koivu</u> | | | |
| EK-45 | 59–75 | 61–76 | 52–68 |
| EK-28 | 71–87 | 69–85 | 55–76 |

Kaikki kokeet perustettiin lohkoittain satunnaistettuina kokeina. Männyn ja kuusen taimitarhakokeessa koekäsittelyt arvottiin viiteen lohkoon ja taimet (10 tainta/lohko) istutettiin koekäsittelyittäin riveihin 1 m:n rivi- ja taimiväleihin. Kokeiden ympärille istutettiin kaksi taimiriviä vaippa-alueeksi. Metsämaalle istutetuissa mänty- ja kuusikokeissa oli kahdeksan ja koivukokeessa kuusi lohkoa. Männyn ja kuusen taimet (25 tainta/käsittely) istutettiin 8 m x 9 m:n ja koivuntaimet 10 m x 10 m:n ruutuihin. Koivukoetta ei voitu istuttaa täydellisenä kokeena, koska laikkutaudin vuoksi kaikista käsittelyistä taimia ei riittänyt kaikkiin lohkoihin. EK-28:n 100 %:n kasvatustiheydestä taimia riitti vain 3 lohkoon ja 50 %:n tiheydestä 4 lohkoon. Mänty- ja kuusikokeisiin istutettiin 1800 tainta ja koivukokeeseen 772 tainta. Kokeiden reuna-alueet istutettiin saman puulajin taimilla.

Taimitarhapellolle perustettuja kokeita (mänty ja kuusi) seurattiin kolme vuotta. Kolmannen kasvukauden jälkeen nostettiin jokaisesta lohkosta neljästä käsittelystä (pienin ja suurin paakku/100 % ja 25 % tiheys) kaksi lähinnä ao. taimirivin taimien mediaanityviläpimittaa edustavaa tainta. Taimet nostettiin varovasti niin, että juuret saatiin irrotettua ehjinä maasta. Taimien juurien pituus mitattiin ja niiden kasvusuunta luokiteltiin ylhäältäpäin katsottuna kahdeksaan 45° sektoriin. Kun taimi oli nostettu, se eroteltiin seuraaviin ositteisiin: neulas, ranka, juuristo. Juuristo jaettiin edelleen paakun sisällä kasvaneeseen juuristoon sekä paakun ulkoreunalta 50 cm:n, 51–100 cm:n, 101–150 cm:n ja yli 150 cm:n etäisyydellä kasvaneeseen juuristoon. Taimen eri ositteet kuivatettiin ensin huoneenlämmössä ja sitten 1 vrk 60 °C:ssa ja 1 vrk 105 °C:ssa, minkä jälkeen neulas ja rangat punnittiin.

Metsämaalle perustetuissa kokeissa taimien pituus sekä tyviläpimitta mitattiin syksyisin paitsi vuonna 1997 vain pituus. Syys-

mittauksissa arvioitiin myös taimien kunto (0-kuollut, 1-heikko, 2-normaali). Tuloksissa myös esitetään kartion kaavalla ($1/3 \times \text{pituus} \times \pi \times (\text{läpimitta}/2)^2$) laskettu taimien tilavuus.

Tulokset

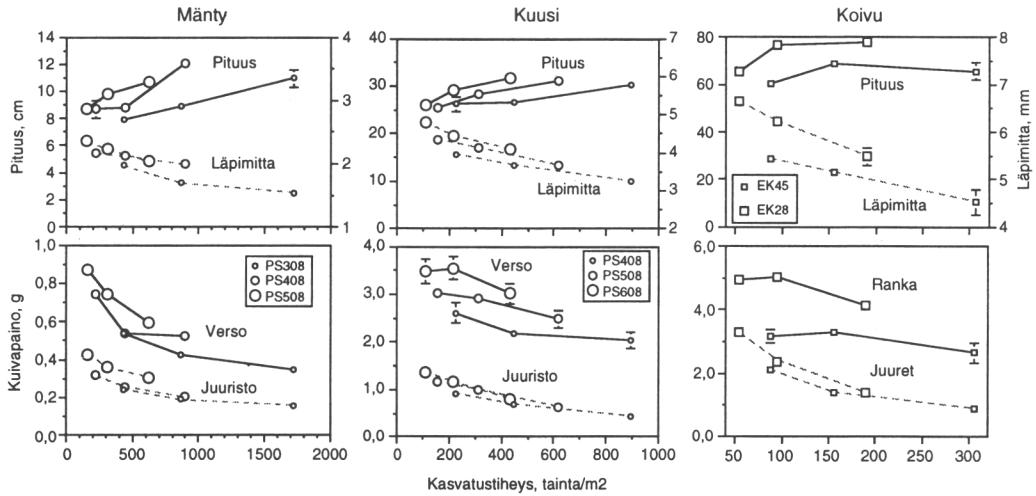
Taimien ominaisuudet taimitarhalla

Mänty

Taimien pituus kasvoi ja tyviläpimitta pieneni kasvatustiheyden lisääntyessä kaikissa paakuissa (kuva 1). Paakun koolla ei sinänsä ollut merkittävää vaikutusta taimien pituuteen, mutta jos tarkastellaan eri paakkukokoja samalla kasvatustiheydellä, taimet kasvoivat hieman pidemmiksi ja myös paksummiksi isoissa paakuissa. Taimien kokonaiskuivamassa lisääntyi noin 70 %:lla paakkukoon kasvaessa 45 cm³:sta 103 cm³:iin. Myös taimitiheyden pieneneminen lisäsi taimien massaa. Juuri-versosuhteeseen ei paakun koolla eikä kasvatustiheydellä ollut merkittävää vaikutusta. Oksien määrä ja niiden yhteispituus sekä neulasten tiheys lisääntyivät voimakkaasti paakkukoon kasvaessa ja kasvatustiheyden pienentyessä. Neulasten typpipitoisuus (vaihteluväli käsittelyittäin 13,9–16,1 mg/g) laski ja rangan ja juurien typpipitoisuus (vaihteluväli käsittelyittäin 15,4–18,4 mg/g) kohosi lievästi paakkukoon kasvaessa. Tiheyden kasvaminen puolestaan pienensi hieman rangan ja juuriston typpipitoisuutta. Erot typpipitoisuudessa kuitenkin olivat käytännössä pieniä, vaikkakin tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan taimen typpisisältö (vaihteluväli 8–22 mg/taimi) lisääntyi voimakkaasti sekä paakkukoon kasvaessa että taimitiheyden pienentyessä.

Kuusi

Samalla kasvatustiheydellä taimet kasvoivat suuremmissa paakuissa pidemmiksi ja paksummiksi (kuva 1). Myös oksien lukumäärä ja pituus kasvoivat yli 30 %:lla verrattaessa pienintä paakkua isoimpaan paakuun. Kasvatustiheyden lisääntyminen kasvatti kaikissa paakuissa selvästi taimien pituutta ja vähensi tyviläpimittaa, mutta ei juuri vaikuttanut oksien pituuteen. Vaikka verson kuivamassa lisääntyi paakkukoon kasvaessa ja tiheyden pienentyessä, juuriston kuivamassaan ei paakun koolla ollut merkittävää tiheydestä erillistä vaikutusta. Tiheyden kasvaessa juuriston kuivamassa ja juuri-versosuhte pienenevät, mutta paakun koko ei vaikuttanut juuri-versosuhteeseen. Taimien typpipitoisuuteen ei



Kuva 1. Männyn, kuusen ja koivun taimien pituuden, tyviläpimitan sekä verson ja juurien kuivamassan riippuvuus kasvatustiheydestä ja paakun tilavuudesta (kunkin paakkukoon eri tiheyskäsittelyt yhdistetty viivalla) taimitarhakasvatuksen jälkeen. Pystyjanat kuvaavat lohko-keskiarvoista (mänty ja kuusi: n=4, koivu n=3) laskettua keskiarvon keskivirhettä.

koekäsittelyillä ollut selvää vaikutusta (vaihteluväli käsittelyittäin neulasissa 11,0–12,4 mg/g sekä juurissa+rangassa 6,6–7,9 mg/g), mutta sekä paakun tilavuuden kasvu että tiheyden pieneneminen lisäsivät taimien typpisisältöä (vaihteluväli käsittelyittäin 22–45 mg/taimi).

Koivu

Sekä paakun koolla että taimitiheydellä oli merkitsevä vaikutus myös koivuntaimien pituuteen ja läpimittaan. Isommissa paakuissa ja väljemmässä tiheydessä taimet kasvoivat pitemmiksi ja paksummiksi. Harvimmassa asennossa (25 %) kasvaneet taimet jäivät lyhyimmiksi molemmissa paakuissa. Paakun koolla oli voimakas vaikutus myös rangan kuivamassaan, mikä osin oli seurausta oksien määrän lisääntymisestä isommassa paakussa. Kasvatustiheyden lisääntyessä taimien juuri-versosuhde pieneni voimakkaasti. Sensijaan paakun koolla ei ollut kasvatustiheydestä riippumatonta vaikutusta juurten kuivamassaan. Vaikka paakun koko tai taimitiheys eivät vaikuttaneet taimien typpipitoisuuteen (vaihteluväli käsittelyittäin 9,9–10,1 mg/g), taimien typpisisältö (vaihteluväli käsittelyittäin 35–84 mg/taimi) kasvoi voimakkaasti kuivamassan lisääntymisen vuoksi sekä paakun koon kasvaessa että kasvatustiheyden pienentyessä.

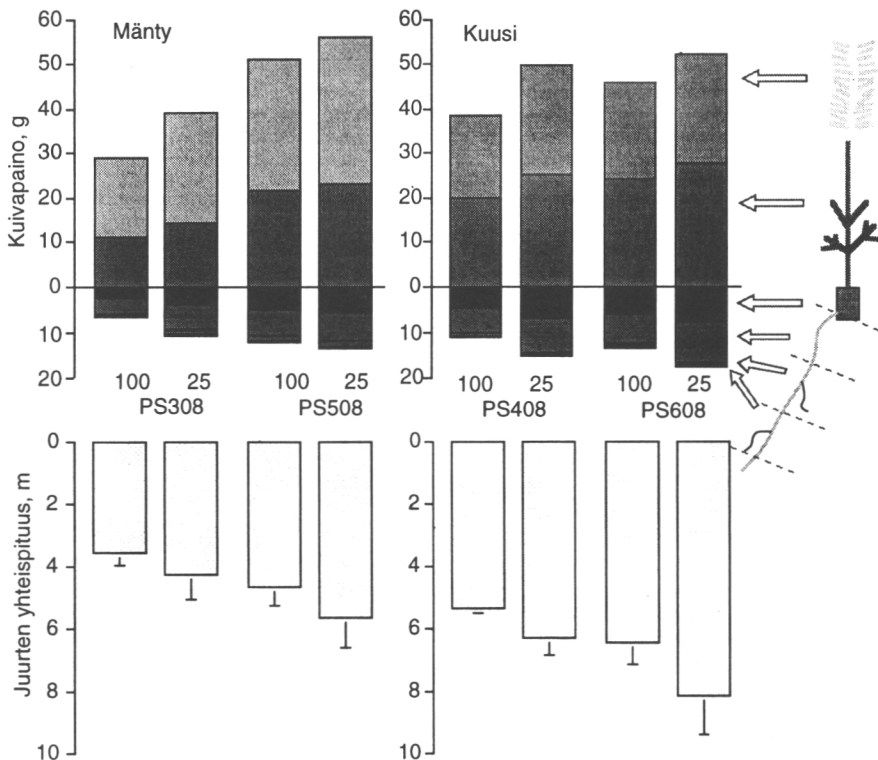
Metsänviljelytulos

Mänty

Kuva 2. Taimitarhapolle istutettujen männyn ja kuusen taimien neulasten, rankojen ja juurien kuivamassa sekä taimikohtainen juurten yhteispituus kolme vuotta istutuksen jälkeen. Pystytjanat juurten yhteispituudessa kuvaavat lohkokeskiarvoista (n=5) lasketua taimien tilavuuden keskiarvon keskivirhettä.

Taimitarhapolle istutetut, isoissa paakuissa kasvaneet taimet olivat kolmen vuoden kuluttua istutuksesta saavuttaneet tai ohittaneet pienissä paakuissa kasvaneiden taimien pituuden. Niiden läpimitta oli myös merkittävästi suurempi kuin pienissä paakuissa kasvaneilla taimilla. Tarhavaiheen kasvustiheydellä ei sensijaan ollut merkittävää vaikutusta taimien pituuteen eikä läpimittaan. Taimien elossaolo eri käsittelyjen välillä vaihteli 70 %:sta 92 %:iin. Taimitarhalla harvassa kasvaneiden taimien elossaolo oli korkeampi kuin tiheässä kasvaneilla taimilla, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Taimen alkupainoon suhteutettuna istutuksen jälkeinen kolmen vuoden kuivamassan kasvu oli voimakkainta pienimmässä paakussa (PS308) ja tiheimmin kasvaneilla taimilla. Kuitenkin suurimmassa paakussa (PS508) kasvaneiden taimien absoluuttinen massa kasvoi noin kaksinkertaiseksi pienimmässä paakuissa kasvaneisiin taimiin nähden (kuva 2). Taimien juuri-versosuhde oli kaikissa käsittelyissä pienentynyt lähes puoleen istutushetkestä. Paakusta uloskasvaneiden juurien yhteispituus vaihteli käsitte-



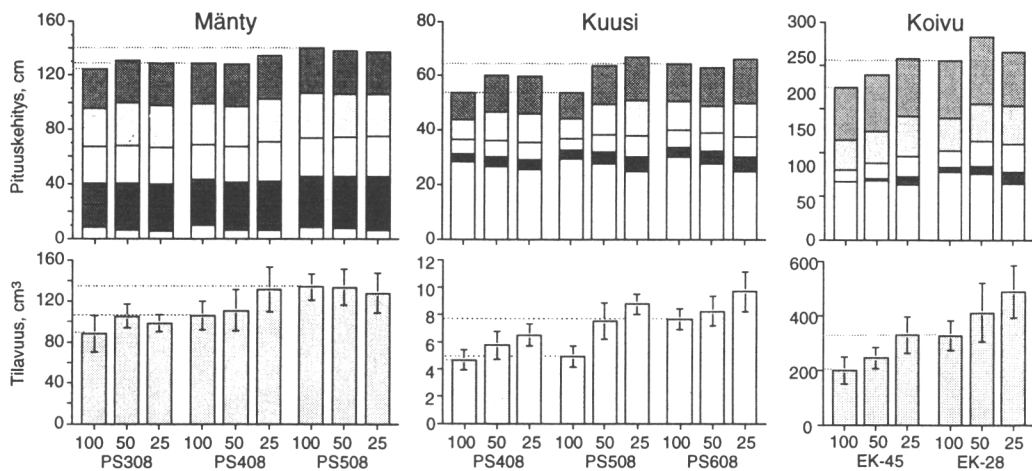
lyyttiin 3,5 m:stä 5,8 m:iin ja keskimääräinen juuren pituus vaihteli 55 cm:stä 75 cm:iin siten, että juuret olivat sitä pitempiä mitä isompi paakku ja mitä harvemmassa taimet olivat tarhalla kasvaneet. Juurten lukumäärä tainta kohti vaihteli vähän (vaihteluväli käsittelyittäin 6,4–8,0 kpl/taimi). Pisimmät yksittäiset juuret olivat yli 4 m:n mittaisia.

Männyn taimien elossaolo maastokokeessa viiden kasvukauden jälkeen vaihteli käsittelyittäin 75–81 %. Käsittelyjen välillä ei ollut merkitseviä eroja. Suurin osa kuolleisuudesta ajoittui ensimmäiseen talveen tai sitä seuranneeseen kesään. Viidessä kasvukaudessa männyn taimet saavuttivat keskimäärin 123 cm:n pituuden (kuva 3). Samoin kuin taimitarhapellolle istutetussa kokeessa, paakun koon vaikutus taimien pituuskehitykseen oli suurempi kuin kasvatustiheyden vaikutus. PS508-paakuissa taimet olivat noin 15 cm PS308-taimia pitempiä. Läpimittaerot olivat samansuuntaisia. Eri paakku-tiheys -käsittelyjen erot muodostuivat taimien tilavuudessa erittäin selviksi. Esimerkiksi PS508 paakuissa täydessä tiheydessä (100 %) kasvatettujen taimien tilavuus oli noin 50 % suurempi kuin vastaavilla PS308-paakuissa kasvaneilla taimilla.

Kuva 3. Taimien pituuskehitys männyllä viiden ja kuusella sekä koivulla neljän kasvukauden kuluttua istutuksesta (kuvan yläosa) sekä taimien tilavuus männyllä neljän ja kuusella ja koivulla kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta paakkutyypeittäin ja kasvatustiheysittäin metsämaalle perustetuissa kokeissa.

Kuusi

Kuusikokeessa taimitarhapellolla taimien elossaolo oli kolmen vuoden kuluttua istutuksesta korkea vaihdellen 92–100 % käsittelyistä riippuen. Paakun koolla ei juuri ollut vaikutusta taimien pituuskehitykseen. Taimitarhalla kasvatustiheydestä johtuneet pituuserot tasoittuivat, mutta läpimittaerot säilyivät kolmen seuranta vuoden ajan. Taimitarhalla harvassa kasvaneiden taimien läpimitta oli n. 12 % suurempi kuin tiheässä kasvaneilla taimilla.



Kuivamassan suhteellinen kasvu oli kuusella, samoin kuin männyllä, voimakkaampaa pienimmässä paakussa kasvaneilla taimilla. Suurimmassa paakussa (PS608) kasvaneiden taimien absoluuttinen massa kasvoi kuitenkin noin 20 % pienimmissä paakuissa (PS408) kasvaneita taimia korkeammaksi (kuva 2). Taimien juuriversosuhde oli tasoittunut käsittelyjen välillä ja pienentynyt noin 0,3:een. Juurten keskipituus vaihteli 43 cm:stä 56 cm:iin ja lukumäärä tainta kohden 11–17 kpl käsittelystä riippuen. Taimen juurten yhteispituus vaihteli käsittelyittäin runsaasta 5 metristä runsaaseen 8 metriin (kuva 3). Pisimmät yksittäiset juuret olivat kolmen vuoden kuluttua istutuksesta 1,7 m:n mittaisia.

Maastokokeessa kuusen taimia kuoli vähän (2–5 %) neljän ensimmäisen vuoden aikana. Taimitarhalla lyhyimmiksi jääneet, harvassa asemossa kasvaneet taimet ottivat tiheässä kasvaneiden taimien pituuden kiinni muutamassa vuodessa (kuva 3). Suuri kasvatustiheys tarhalla hidasti erityisesti kahdessa pienimmässä paakussa (PS408 ja PS508) kasvaneiden taimien pituuskehitystä maastossa vielä neljäntenäkin vuonna. Suurimmassa paakussa (PS608) kasvaneiden taimien kasvuun taimitiheys vaikutti vähemmän. Väljä kasvatustiheys ja suuri paakun koko jouduttivat selvästi myös taimien läpimittakehitystä. Niinpä taimien tilavuus neljän kasvukauden jälkeen oli sitä suurempi mitä isommassa paakussa ja väljemmässä asennossa taimet olivat taimitarhalla kasvaneet. Suurimmassa paakussa (PS608) täydessä tiheydessä (100 %) kasvaneiden taimien tilavuus oli lähes kaksinkertainen vastaaviin pienimmässä paakussa (PS408) kasvaneisiin taimiin verrattuna.

Koivu

Vaikka koivuntaimet lajiteltiin kasvatussyksynä jo kertaalleen, ne jouduttiin lajittelemaan uudelleen keväällä ennen istutusta, koska taimissa oli versolaikkuja. Lajittelusta huolimatta vielä istutuksen jälkeen syksyllä taimissa havaittiin laikkuja, jotka olivat joko jääneet havaitsematta lajittelussa tai ne olivat syntyneet istutuskesän aikana. Pienessä paakussa (EK-45) ja tiheässä kasvaneet taimet olivat heikkokuntoisimpia ja niissä esiintyi eniten kuolleisuutta ja latvakuivumista. Seuraavassa asetelmassa on esitetty taimien (keskiarvo ± keskivirhe) latvakuivuminen sekä laikkuisuus ensimmäisen kasvukauden jälkeen ja kuolleisuus neljännen kasvukauden jälkeen:

| Paakku | Tiheys | Latvakuivuminen, cm | Laikku-% | Kuolleisuus-% |
|--------|--------|---------------------|----------|---------------|
| EK-45 | 100 | 28± 6 | 12±1,5 | 11±3 |
| | 50 | 24± 6 | 10±1,6 | 15±4 |
| | 25 | 19± 4 | 6±1,5 | 10±2 |
| EK-28 | 100 | 23±11 | 9±3,2 | 8±5 |
| | 50 | 15± 4 | 9±1,7 | 5±1 |
| | 25 | 13± 3 | 4±0,4 | 6±2 |

Taimien kasvatustiheydestä ja paakun koosta aiheutuneet taimien pituuserot hävisivät ensimmäisen kasvukauden jälkeen ja kääntyivät päinvastaiseksi seuraavina vuosina. Neljännen kasvukauden pituuskasvu oli suurin EK-28 /50 % -käsittelyssä. Syy siihen, että 25 %:n tiheydessä kasvu oli pienempi, johtuu epätasapainoisesta koejärjestelystä. EK-28/50 % -käsittelyä ei esiintynyt kaikissa lohkoissa. Taimitarhalla syntyneet läpimittaerot korostuivat istutuksen jälkeisessä kehityksessä. Suuremmassa paakussa ja harvennetuissa arkeissa kasvaneiden taimien läpimitta kasvoi nopeimmin istutuksen jälkeenkin. Erot käsittelyjen välillä muodostuivat erityisen selviksi taimien runkotilavuudessa.

Tulosten tarkastelu

Taimien kehittyminen taimitarhalla

Tulokset taimitarhakasvatuksen osalta tukevat aiempia muilla puulajeilla saatuja tuloksia tutkimuksissa, joissa sekä paakun kokoa että taimitiheyttä on varioitu toisistaan riippumattomasti (esim. Simpson 1991). Useimmiten on tutkittu kuitenkin vain paakun tilavuuden vaikutusta taimien kasvuun, eikä kasvatustiheyden vaikutusta ole voitu erottaa paakun tilavuudesta. Käytännön taimikasvatuksessa näiden tunnusten erottamisella ei ole pidetty suurta merkitystä, vaan on suositeltu käyttämään niin isoa paakkua kuin taimitiheyden puitteissa on mahdollista (Scarratt 1972). Tosin Barnettin ja Brissetten (1986) mukaan etelänmännällä paakun tilavuus ei ole niin kriittinen tekijä taimen laadun kannalta kuin kasvatustiheys.

Männyn ja kuusen tuloksia voidaan verrata harventamattomien käsittelyjen osalta ruotsalaisten alustaviin tutkimustuloksiin paakkukoon ja kasvatusajan pituuden vaikutuksesta taimien kasvuun tarhalla sekä istutuksen jälkeen (Josefsson 1991, Hultén 1991a, 1991b). Nyt tehdyssä tutkimuksessa täydellä tiheydellä (100 %) kasvatettujen taimien pituus- ja läpimittatulokset tukevat ruotsalaistutkimuksien tuloksia: paakkukoon kasvaessa sekä taimien pituus että läpimitta kasvavat lievästi. Sensijaan paakun koon vaikutus taimien juuri-versosuhteeseen oli erilainen. Tässä tutki-

muksessa paakun tilavuudella ei juuri ollut vaikutusta juuri-versosuhteeseen millään tutkitulla puulajilla. Sensijaan Hulténin (1991a) mukaan yksivuotisen kuusen taimen juuri-versosuhte kasvoi paakkukoon kasvaessa kasvatusajasta riippumatta. Tämä ero voi johtua taimien lannoituksesta. Samaa lannoitusohjelmaa käytettäessä isoissa paakuissa taimet saavat enemmän ravinteita kuin pienissä paakuissa. Juuri-versosuhte on yleensä korkeampi alhaisessa kasvualustan ravinnepitoisuudessa (Duryea 1984, Rikala ja Huurinainen 1990). Tässä tutkimuksessa taimien typpipitoisuudessa ei ollut suuria eroja eri koekäsittelyjen välillä. On kuitenkin vaikea päätellä, onko lannoitus vaikuttanut taimien kasvuun, koska paakun koon kasvaessa myös muut olosuhteet muuttuvat. Esimerkiksi tiheyden kasvu pienensi juuri-versosuhdetta. Erot juuri-versosuhteessa olivat kaikkiaan niin pienet, että sillä tuskin oli vaikutusta taimien menestymiseen. Juuri-versosuhdettahan ei ole pidetty paakkutaimille olennaisena menestymistä ennustavana tunnuksena, jos suhte pysyy tietyissä rajoissa (Barnett 1984, Bernier ym. 1995).

Kasvatusajan pituus ja kasvatustiheys sekä paakun koko vaikuttavat yhdessä kasvatustulokseen. Mitä pitempi on kasvatusaika ja mitä kookkaammiksi taimet kasvavat, sitä selvemmin tulevat suuren kasvatustiheyden haitalliset vaikutukset esiin (Hultén 1991a, 1991b, Josefsson 1991). Hulténin (1991a) mukaan erikokoisten paakkujen tiheys (172–1170 tainta/m²) ei vaikuttanut kuusen taimien tanakkuuteen, kun kasvatusaika oli 120 vrk, mutta sitä pitemmillä kasvatusajoilla tiheyden kasvu pienensi tanakkuutta voimakkaasti ja lähes suoraviivaisesti. Barnettin ja Brissetten (1986) mukaan 10 viikkoa kasvatetuilla etelänmännillä taimitiheys (450–1800 tainta/m²) ei vielä vaikuttanut kriittisesti taimiin, mutta kasvatusajan pidetessä 12–14 viikkoon tiheyden vaikutus kuivamassaan oli huomattava, vaikka taimien pituuteen sillä ei juuri ollutkaan vaikutusta. Tässä tutkimuksessa harventamattomissa paakuissa kasvatettujen taimien tanakkuus koivua lukuunottamatta pieneni suoraviivaisesti tiheyden kasvaessa.

Taimien juurtuminen ja kehittyminen istutuksen jälkeen

Mäntykokeessa maastossa kuoli viidennes taimista pääosin ensimmäisen talven ja toisen kesän aikana. Eri käsittelyjen välillä ei ollut selvää eroa kuolleisuudessa. Kuolleisuuden syytä ei saatu selville. Korkea kuolleisuus myös tarhapellolle perustetussa kokeessa viittaa taimien heikkoon kuntoon, mahdollisesti juuristovaurioihin (laho, pakkasvauriot), joita ei istutettaessa havaittu. Kuusikokeissa kuolleisuus oli alhainen. Koivukokeessa versolaikkujen osuus ja latvakuvuminen sekä taimikuolleisuus kasvoi-

vat paakun pienetessä ja kasvatustiheyden kasvaessa. Sutherlandin ja Dayn (1988) valko- ja mustakuusta sekä banksin mäntyä käsittelevässä kirjallisuustarkastelussa ei paakun koolla havaittu olevan merkittävää vaikutusta taimien istutuksen jälkeiseen elossa-oloon. Kuitenkin Josefssonin (1991) kokeissa yksivuotisten männyntaimien istutuksen jälkeinen kuolleisuus lisääntyi, jos kasvatusaika tarhalla oli pitkä (kylvö 30.3.) ja kasvatustiheys suuri (966 tainta/m²). Kaksivuotiaina istutetuilla kuusen taimilla tulos oli samansuuntainen, mutta yksivuotisilla taimilla vastaavaa vaikutusta ei havaittu (Hultén 1991a, 1991b).

Taimitarhapellolle istutettuna sekä männyn että kuusen taimien kuivamassakehitys oli sitä voimakkaampaa mitä painavampia taimet olivat istutettaessa. Isossa paakussa ja harvassa asennossa kasvatettujen taimien kuivamassa oli kolmen vuoden kuluttua istutuksesta männyllä kaksinkertainen ja kuusella puolitoistakertainen pienimmässä paakussa harventamattomana kasvatettujen taimien kuivamassaan verrattuna. Taimien juuri-versosuhde pieneni molemmilla puulajeilla (mänty 0,25, kuusi 0,30) istutushetken tilanteesta. Muutos kuusella vastaa mustakuusella mitattuja arvoja ja lähestyy viiden vuoden ikäisen luontaisen mustakuusen taimen juuri-versosuhdetta (0,24) (Bernier ym. 1995). Myös juuriston yhteispituus ja lukumäärä oli kuusella suurempi kuin männyllä. Tulokset tukevat vesiviljelmässä tehtyjä havaintoja siitä, että kuusentaimi allokoii hiilihydraatteja enemmän juurien kasvuun kuin mänty (Vapaavuori ym. 1992).

Käsittelyjen väliset erot istutuksen jälkeisessä biomassakehityksessä selittyivät kuusella lähes yksinomaan kasvatustiheydellä kun taas männyllä myös paakun koko vaikutti selvästi verson, ei niinkään juuriston biomassakehitykseen. Metsämaalle perustetussa kokeessa tulokset olivat samansuuntaisia joskin kuusella paakun koon vaikutus oli voimakkaampi kuin taimitarhapellolle perustetussa kokeessa. Emme löytäneet tutkimuksia, joissa paakun koon ja kasvatustiheyden vaikutuksia maastomenestymiseen voitaisiin tarkastella toisistaan erillään. Paakun kokoa selvittävässä tutkimuksissa sekä valkokuusella että banksin männyllä on havaittu, että paakun koon kasvaessa taimien kuolleisuus pienenee ja pituus sekä läpimitta kehittyvät nopeammin istutuksen jälkeen (Sutherland ja Day 1988).

Hulténin (1991a, 1991b) mukaan taimien pohjapinta-alan kehitys istutuksen jälkeen on hyvä menestymisen mittari taimen jatkokehitykselle. Tässä tutkimuksessa laskettiin kartion kaavaan perustuen taimien runkotilavuus, joka pohjapinta-alan lisäksi ottaa huomioon taimen pituuden. Sekä kasvatustiheydellä että paakun koolla oli selvä vaikutus runkotilavuuteen. Myös ennen istutusta tarhalla mitatun taimien tyviläpimitan käsittelykeskiarvo korreloi voimakkaasti erityisesti kuusen ja koivun taimien istutuksen jäl-

keisen runkotilavuuden kanssa (kuva 4). Tulos vahvistaa aiempia johtopäätöksiä läpimitasta hyvänä taimien istutuksen jälkeistä menestymistä ennustavana tunnuksena (esim. Duryea 1984). Ainakin istutuksen jälkeisinä kriittisinä vuosina suuremmissa paakuissa tai väljemmässä tiheydessä kasvatetuilla taimilla on parempi kilpailukyky pintakasvillisuutta vastaan.

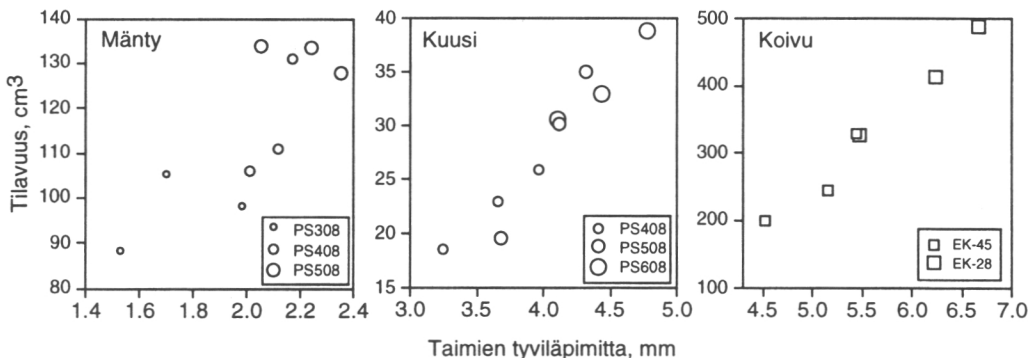
Nykyisen metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan päätöksen (Maa- ja metsätalousministeriön päätös 1992) perusteella tämän tutkimuksen taimet olivat kasvatustiheyteen nähden pitkiä. Vain männyntaimet täyttivät asetetun erakohtaisen enimmäispituusehdon kaikissa käsittelyissä. Kuusen ja koivun taimien pituus täytti enimmäispituusehdon vain harvennetuissa käsittelyissä. Lisäksi pienimmän mäntypaakun (PS308) ja koivupaakun (EK-45) kasvatustiheydet ovat päätöksessä sallittua korkeampia. Nykyinen laatu päätös vaikuttaa tämän tutkimuksen perusteella oikeansuuntaiselta. Taimien tilavuuskehityksessä istutuksen jälkeen parhaiten menestyivät taimet, jotka täyttivät kasvatustiheyden mukaisen enimmäispituus- ja paakun minimi-tilavuusehdot.

Kuva 4. Taimien runkotilavuuden riippuvuus tarhalla ennen istutusta mitattua taimien tyviläpimitasta. Yksi piste kuvaa käsittelykohtaista (paakku-tiheys) keskiarvoa sekä taimitarhalla että maastossa. Eri paakukoot merkitty eri symbolein. Runkotilavuus laskettu pituus- ja läpimittavainnoista, jotka tehtiin männyllä 4 vuotta sekä kuusella ja koivulla 3 vuotta istutuksen jälkeen.

Johtopäätökset

Kaikkien tutkittujen puulajien osalta kasvatustiheyden kasvu lisäsi taimien pituutta, mutta pienensi niiden tyviläpimittaa taimitarhakasvatuksen aikana. Tiheydestä riippumattomasti paakun koon kasvu lisäsi sekä taimien läpimittaa että pituutta. Taimien oksien määrä ja pituus sekä kuivamassa kasvoivat paakun koon kasvaessa ja kasvatustiheyden pienentyessä. Juurien kuivamassa näytti riippuvan voimakkaammin kasvatustiheydestä kuin paakun koosta.

Vaikka kasvatusta taimitarhalla pienessä paakussa ja tiheässä asennossa nopeutti taimien suhteellista biomassakasvua istutuksen jälkeen, oli taimien absoluuttinen pituuskasvu ja vielä selvemmin läpimitan kasvu kaikilla puulajeilla sitä voimakkaampi mitä isom-



massa paakussa ja väljemmässä asennossa taimet kasvoivat taimitarhalla. Taimien tilavuus 4–5 vuotta istutuksesta oli isoimmissa paakuissa täydellä tiheydellä kasvatetuilla taimilla kaikilla tutkituilla puulajeilla yli 50 % suurempi kuin pienimmässä paakussa kasvatetuilla taimilla.

Tulokset osoittavat, että väljällä kasvatustiheydellä ja suuressa paakussa kasvatetut taimet kehittyvät taimitarhalla tanakammiksi ja niiden kehittyminen istutuksen jälkeen on myös nopeampaa kuin tiheässä asennossa ja pienessä paakussa kasvatetuilla taimilla. Muutoksen vähittäisyydestä johtuen on kuitenkin vaikea vetää ehdottomia rajoja viljelyyn kelvollisten ja kelvottomien taimierien välillä. Raja-arvojen tarkempi määrittäminen edellyttäisi laajempia erilaisille kasvupaikoille perustettuja kokeita ja pitempiaikaista seurantaä sekä erityisesti taimien kasvatuskustannusten ja taimikoiden tuotoksen taloudellista vertailua.

Kiitokset. Suonenjoen taimitarha kasvatti koetaimet. Kokeiden perustamisessa ja mittauksessa taimitarhalla sekä maastossa olivat mukana Raija Kuismin, Ritva Pitkänen ja Sylvi Ossi. Arvi Jääskeläinen istutti metsämaalle perustetut kokeet. Tarja Lehto luki käsikirjoituksen. Lämpimät kiitokset kaikille tutkimuksessa avustaneille henkilöille.

Kirjallisuus

- Aphalo, P.J. 1994. Kasvatustiheyden vaikutus paakkutaimien ominaisuuksiin. Julkaisussa: Smolander, H. & Rautala, J. (toim.) Taimitarhapäivät Suonenjoen tutkimusasemalla 17.–18.8.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 496: 41–47.
- Barnett, J. P. 1984. Relating seedling physiology to survival and growth in container-grown southern pines. Julkaisussa: Duryea, M.L. & Brown, G.N. (toim.) Seedling physiology and reforestation success. s. 157–176.
- Barnett, J.P. & Brissette, J.C. 1986. Producing southern pine seedlings in containers. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, General Technical Report SO-59. 71 p.
- Bernier, P., Lamhamedi, M. & Simpson, D. 1995. Shoot:root ratio is of limited use in evaluating the quality of container conifer stock. *Tree Planters' Notes* 46(3): 102–106.
- Duryea, M. L. 1984. Nursery cultural practices: Impacts on seedling quality. Julkaisussa: Duryea, M.L. & Landis, T.D. (toim.) *Forest Nursery Manual: Production of bareroot seedlings*. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague–Boston–Lancaster. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. s. 143–164.
- Hultén, H. 1991a. Etablering av 1-åriga täckrotsplantor av gran med skilda odlingssätt på ståndorter i Södra Sverige. Resultat efter första och andra säsongen i fält. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Moniste nr 68. 70 s.
- Hultén, H. 1991b. Plantstorlekens betydelse för täckrotsplantors etablering på biologiskt produktiva ståndorter i Norrland. Resultat efter första säsongen i fält av "Plantstorleksprojektets" Serie B. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Moniste nr 66. 37 s.

- Josefsson, M. 1991. Plantstorlekens betydelse för tallplantors etablering på biologiskt skilda ståndorter i Norrland. Resultat efter två tillväxtsånger i fält av "Plantstorleksprojektets" serie C. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Moniste nr 71. 53 s.
- Kinghorn, J. M. 1974. Principles and concepts in container planting. Julkaisussa: Tinus, R. W., Stein, W. I. & Balmer, W. E. (toim.) Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 26–29, 1974 Great Plains Agricultural Council Publication No. 68: 8–18.
- Kokkonen, M. & Räsänen, P. K. 1980. Paakkutaimien ominaisuudet & ehdotus laatuluokitukseksi. Summary: Characteristics of containerized seedlings and recommendations for quality classification. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 4. 5 s.
- Landis, T. D. 1990. Containers: Types and functions. Teoksessa: Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E., Barnett, J.P. The container tree nursery manual. Volume 2. Agriculture handbook 674. Washington DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 1–39.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1992. Päätös metsänviljelyaineiston kaupasta. Suomen asetuskokoelma nro 1533/92.
- Rikala, R. & Huurinainen, S. 1990. Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen. Summary: Effect of fertilization on the nursery growth and outplanting success of two-year old containerized Scots pine seedlings. Folia Forestalia 745. 16 s.
- Scarrat, J. B. 1972. Effect of tube diameter and spacing on the size of tubed seedling planting stock. Info. Rep. O-X-170. Sault Ste. Marie, ON: Canadian Forestry. Great Lakes Forest Research Centre. 16 s.
- Simpson, D. G. 1991. Growing density and container volume affect nursery and field growth of interior spruce seedlings. Northern Journal of Applied Forestry 8: 160–165.
- Sutherland, D. G. & Day, R. J. 1988. Container volume affects survival and growth of white spruce, black spruce, and jack pine seedlings: A literature review. Northern Journal of Applied Forestry 5: 185–189.
- Tanaka, Y. & Timmis, R. 1974. Effects of container density on growth and cold hardiness of Douglas-fir seedlings. Julkaisussa: Tinus, R. W., Stein, W. I. & Balmer, W. E. (toim.) Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 26–29, 1974 Great Plains Agricultural Council Publication No. 68: 181–186.
- Timmis, R. & Tanaka, Y. 1976. Effect of container density and plant water stress on growth and cold hardiness of Douglas-fir seedlings. Forest Science 22(2):167–172.
- Vapaavuori, E. M., Rikala, R. & Ryyppö, A. 1992. Effect of root temperature on growth and photosynthetic characteristics in conifer seedlings during bud burst. Tree Physiology 10:217–230.

Männyn paakkutaimien juuriston pakkaskestävyys Metlan Suonenjoen tutkimustaimitarhalla talvella 1996–1997

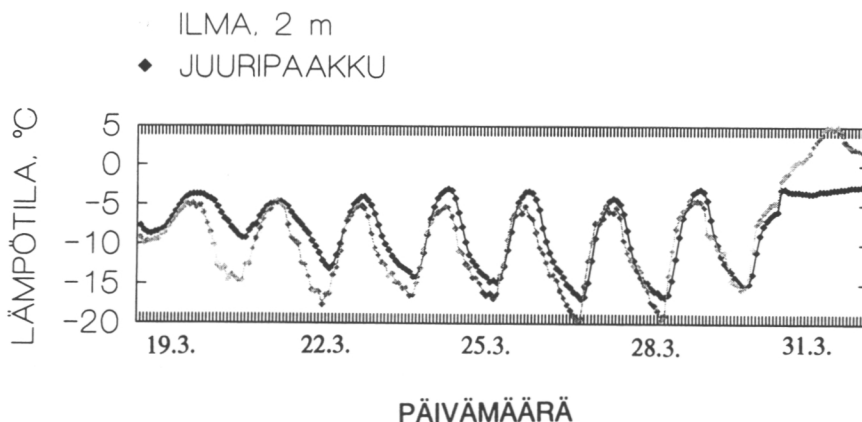
Aija Ryyppö, Elina Vapaavuori ja Tapani Repo

Johdanto

Kuva 1. Tunnin välein mitatut lämpötilamuutokset ilman lumipeitteen suojaa olevissa yksivuotiaiden männyn paakkutaimien juuripaakuisa ja ilman lämpötila 2 m:n korkeudella maaliskuussa 1997 Suonenjoen tutkimustaimitarhalla.

Paakkutaimituotantoa kehitettäessä ollaan siirtymässä ns. kova-muovikennostoihin, joita käyttämällä voidaan estää juuriston kiertyminen paakussa samalla kun kennostojen ilmava rakenne ja kohotus irti maan pinnasta vähentävät juuripaakkujen vettymistä syksyllä. Kennostojen ilmavuus ja mahdollinen kohokasvatus saattavat kuitenkin altistaa juuret pakkasvaurioille. Usein paakkutaimet talvehtivat ulkokentillä, missä vähälumisina talvina taimien juuristot voivat altistua hyvinkin matalille lämpötiloille ja nopeille lämpötilan muutoksille (kuva 1). Mitä matalammaksi juuripaakun lämpötila tällöin laskee ja mitä pidempi altistusaika on, sitä laajemmiksi ja vakavammiksi muodostuvat solu- ja solukkovauriot juuristossa. Vaurioituneiden kohtien kautta patogeenien aiheutta-

MÄNNYN PLANTEK 81 -PAAKKUTAIMET, MAALISKUU 1997



mat infektiot voivat levitä helposti myös terveeseen soluksoon.

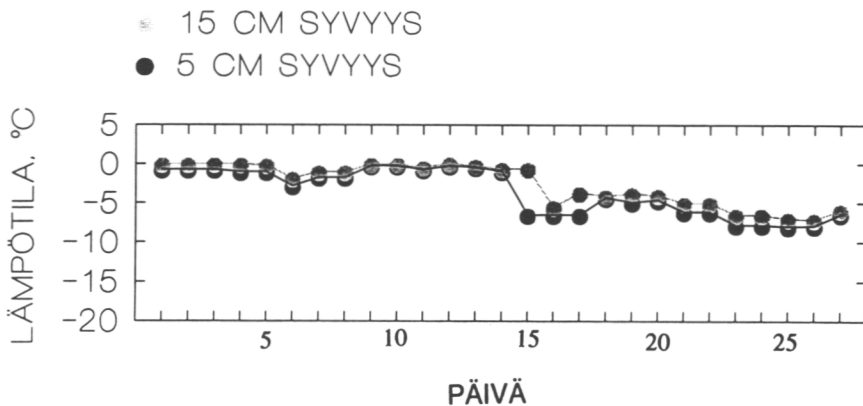
Havupuun taimien juuriston kasvu päättyy syksyllä jopa 2 kuukautta myöhemmin kuin verson pituuskasvu. Esimerkiksi Lapinlahden taimitarhalla vuonna 1985 yksivuotiaiden männyn paakkutaimien verson massa ei lisääntynyt enää elokuun puolivälin jälkeen, kun taas juuriston kasvu päättyi vasta lokakuun puolivälissä (Rikala ja Huurinainen 1990). Maan kylmetessä juurten kasvu vähitellen hidastuu ja päättyy, minkä jälkeen juuristo alkaa karaistua (Rikala ja Huurinainen 1990, Ryyppö ym. 1998). Juuriston pakkaskestävyys talvella on kuitenkin huomattavasti heikompi kuin verson pakkaskestävyys (Colombo 1994) ja hienojuuret vaurioituivat herkemmin kuin puutuneet juuret (Colombo 1994, Ryyppö ym. 1998).

Luonnonolosuhteissa juuristo ei altistu yhtä matalille lämpötiloille kuin verso, ja myös juurten versosta poikkeavat rakenteelliset ja toiminnalliset ominaisuudet saattavat rajoittaa juurten maksimaalista karaistumiskykyä. Luonnossa puiden juuret ovat sopeutuneet varsin tasaisiin lämpötilaolosuhteisiin, sillä maaperän lämpökapasiteetti estää nopeat lämpötilan muutokset (kuva 2). Paakkutaimien kohdalla tilanne kuitenkin on aivan toisenlainen; tutkimustulostemme mukaan jäisten suojaamattomien juuripaakkujen lämpötila saattaa muuttua jopa 2 °C tunnissa. Taimitarhaposuhteissa lumipeite on tehokas eriste nopeita lämpötilan muutoksia ja kylmähuippuja vastaan (kuva 3). Lumipeite suojaa juuristoja erittäin matalilta lämpötiloilta ja tasaa voimakkaita lämpötilanvaihteluilta, jotka voivat vaurioittaa juuristoa ja aiheuttaa juurten pakkaskuivumista (Sutinen ym. 1996).

Kevätistutuksiin myytävien männyn ja kuusen paakkutaimien kunto määritetään usein silmämääräisesti verson ulkonäön perusteella. Tällöin pakkasvaurioituneen juuriston heikko kunto verso-oiden puuttuessa jää helposti huomaamatta. Jos pakkaneen ei ole

Kuva 2. Päivittäin klo 12 mitattu maan lämpötila 5 ja 15 cm:n syvyydessä Suonenjoen tutkimustaimitarhalla maaliskuussa 1997.

MAAN LÄMPÖTILA, MAALISKUU 1997



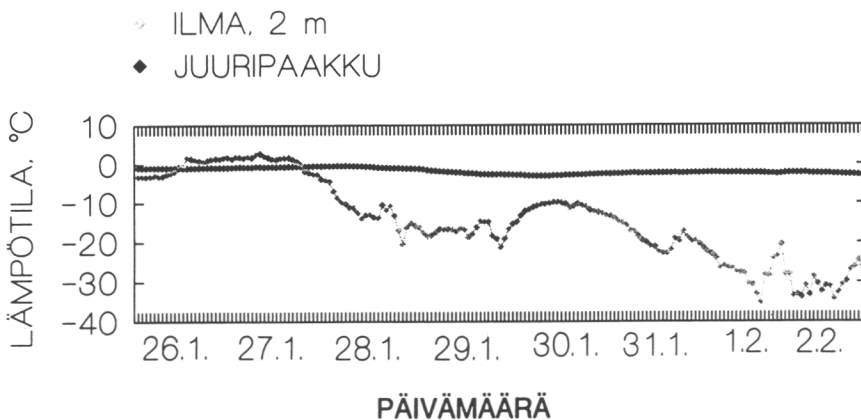
vaurioittanut neulasia, ne saattavat säilyä vihreinä kunnes verson kasvu keväällä alkaa, vaikka juuristo olisikin suurelta osalta kuollut (Sutinen ym. 1996, Ryyppö ym. 1998). Tutkimustulostemme mukaan lieväkin pakkasvaurio männyn taimien juuristossa heikentää verson kasvua, mutta vakavammat juuriston vauriot ilmenivät kasvuun lähtevän verson kuivumisena ja taimen kuolemisena (Ryyppö ym. 1998). Taimi korjaa pakkasvauriot vasta keväällä kasvattamalla uutta juurimassaa ja tällöin juurten kasvu on sitä nopeampaa, mitä korkeampi kasvualustan lämpötila on. Jos maan lämpötila on verson kasvuunlähden aikaan erittäin matala (5–8 °C), männyn ja kuusen juurten kasvu saattaa olla vähäistä, kunnes maan lämpötila on noussut lähelle 12 °C. Matala lämpötila myös heikentää veden ja ravinteiden ottoa (Vapaavuori ym. 1992, Ryyppö ym. 1994). Tällaisessa tilanteessa taimi ei kykene korjaamaan pakkasvaurioita uutta juurta tuottamalla. Uudistusalueella heikkojuuristoinen taimi kasvaa huonosti tai jopa menehtyy kuivuuteen istutusta seuraavan kasvukauden aikana.

Kuva 3. Tunnin välein mitatut lämpötilamuutokset lumi-peitteen (35–55 cm) suojaamissa yksivuotiaiden kuusen paakkutaimien juuristossa ja ilman lämpötila 2 m korkeudella Suonenjoen tutkimustaimitarhalla tammi-helmikuun vaihteessa vuonna 1998.

Tutkimusmateriaali ja menetelmät

Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusaseman tutkimustaimitarhalla tutkittiin talvella 1996–1997 lämpötilamuutoksia kovamuoviarkeissa (Plantek 81) tuotettujen männyn (siemenviljelmäsiemen, Toivakan siemenviljelelmä, sijainti 62°05'N, 26°10'E) taimien juuripaakussa. Syksyllä kennostot sahattiin 12 ja 15 taimen osiin ja siirrettiin sorapohjaiselle kentälle lappeellaan olevien lasikuituputkien (läpimitta 1.5 cm) päälle. Juuripaakkuihin työnnettiin anturit (12 kpl), joilla mitattiin paakkujen lämpötilaa taimikentällä kerran tunnissa marraskuun ja toukokuun välisenä aikana. Ilman ja maan lämpötiloja mitattiin tutkimusaseman sääasemalla. Ilman lämpötilaa mitattiin 2 m korkeudesta maan pin-

KUUSEN PLANTEK 81 -PAAKKUTAIMET, TAMMIKUU 1998



nan yläpuolelta. Maan lämpötilaa mitattiin 5 ja 15 cm syvyydestä.

Pakkaskestävyyden määrittämistä varten taimikennostot siirrettiin jäisinä taimikentältä Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan talviekologian laboratorioon, missä männyn taimet pakkastestattiin ohjelmoitavissa ilmajäähdytteisissä kaapeissa (Ryyppö ym. 1998). Joka altistuskerta taimet jäädytettiin 6–7 pakkaslämpötilaan -2 – -46 °C välillä. Testauksen aloituslämpötila oli yleensä -2 °C ja lämpötilaa alennettiin 3 °C tunnissa haluttuun minimilämpötilaan, jossa taimia pidettiin neljä tuntia. Lämpötilaa nostettiin 3 °C tunnissa -2 °C:een, minkä jälkeen osa pakkastestatuista taimista kennostoineen palautettiin jäisinä takaisin taimikentälle Suonenjoelle. Pakkastestausajankohdat olivat marraskuu 1996 (viikko 45), tammikuu 1997 (viikko 2), ja huhtikuu 1997 (viikko 15). Taimien pakkaskestävyys määritettiin juuriston elävyytenä (12–15 tainta/testauslämpötila) seuraavana kesänä juhanuksen 1997 jälkeen (viikko 26).

Tulokset

Pakkastestien tulokset osoittivat, että juuriston pakkaskestävyys oli sitä parempi, mitä matalammille lämpötiloille juuripaakku kentällä altistui; pakkaskestävyys oli heikoin marraskuussa ja korkeimmillaan huhtikuun alussa (taulukko 1 ja kuva 4).

Syksy 1996 oli lämmin ja juuripaakut eivät olleet jäässä marraskuun alussa, jolloin taimet pakkastestattiin ensimmäisen kerran. Tällöin taimet selvisivät vaurioitta -10 °C:sta, mutta juuristo kuoli kaikilta -14 °C:een jäädytetyiltä taimilta. Joulukuun puolivälissä paakut jäätivät ilman kylmetessä huomattavasti. Jouluna ilman lämpötila oli alhaisimmillaan -30 °C, mutta tällöin lumipeite esti voimakkaan lämpötilan alenemisen juuripaakuissa. Myös tammikuussa ja helmikuun alkupuolella 1997 lumipeite suojaasi taimia. Tammikuun pakkastestit osoittivat, että juurten pakkaskestävyys oli parantunut juuripaakkujen jäätymisen myötä; 87 %:lla -16 °C:een jäädytetyistä taimista juuristo lähti kasvuun seuraavana kesänä, mutta altistus -24 °C:ssa aiheutti lähes kaikkien juuristojen kuoleamisen talven aikana. Helmikuun lopussa ilman lämpötila kohosi, suojaava lumi sulii ja taimet altistuivat ilman lämpötilan muutoksille. Myös maaliskuun alku oli poikkeuksellisen lämmin, mutta kuukauden puolivälin jälkeen varsinkin yölämpötilat olivat matalia, käyden jopa -20 °C:ssa. Tällöin jäisten juuripaakkujen lämpötila seurasi ilman lämpötilaa vaihdellen iltapäivän -3 °C:sta öiseen -16 °C:een (kuva 1). Huhtikuun alussa tehdyt pakkastestit osoittivat, että ilman lumen suojaa olevien juuripaakkujen altistuminen kentällä kovalle pakkaselle maaliskuun lopulla oli lisännyt juuriston pakkaskestävyyttä. Kesäkuun lopussa juuriston kasvua havaittiin vielä 77 %:lla taimista, jotka oli huhtikuun alussa pakas-

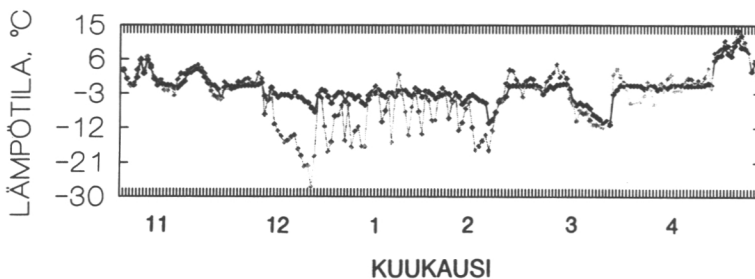
Taulukko 1. Männyn Plantek 81-paakkutaimien pakkaskestävyys. Taimet talvehtivat Metlan Suonenjoen tutkimustaimitarhan taimikentällä 1996–1997. Talven aikana pakkasestattujen taimien (12–15 tainta/testauslämpötila) pakkaskestävyys määritettiin uusien juurten kasvuna (uusia juuria % taimista) kesäkuussa 1997 viikolla 26. Taulukosta ilmenee myös vanhojen neulasten vihreys (vihreitä neulasia % taimista) ja verson kasvuunlähtö (verson venymistä % taimista)

| Testausajankohta/ lämpötila | Juuriston elävyys % | Vanhojen neulasten vihreys % | Verson venymistä % |
|--------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| <i>Marraskuu -96</i> | | | |
| Kontrolli | | | |
| A) Kylmävarasto | 100 | 97 | 97 |
| B) Ulkokenttä | 57 | 60 | 56 |
| -7 °C | 100 | 92 | 100 |
| -10 °C | 100 | 92 | 100 |
| -14 °C | 0 | 8 | 8 |
| -18 °C | 0 | 10 | 0 |
| -30 °C | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tammikuu -97</i> | | | |
| Kontrolli | | | |
| A) Kylmävarasto | 100 | 100 | 100 |
| B) Ulkokenttä | 77 | 57 | 77 |
| -8 °C | 73 | 60 | 73 |
| -16 °C | 87 | 63 | 80 |
| -24 °C | 8 | 29 | 29 |
| -32 °C | 0 | 8 | 8 |
| -40 °C | 0 | 4 | 0 |
| <i>Huhtikuu -97</i> | | | |
| Kontrolli | | | |
| A) Kylmävarasto | 100 | 100 | 96 |
| B) Ulkokenttä | 60 | 53 | 50 |
| -8 °C | 100 | 71 | 88 |
| -16 °C | 75 | 58 | 67 |
| -24 °C | 77 | 60 | 60 |
| -32 °C | 0 | 27 | 0 |
| -40 °C | 0 | 13 | 0 |
| -46 °C | 0 | 0 | 0 |

Kuva 4. Vuorokauden keskilämpötilat yksivuotiaiden männyn paakkutaimien juuristossa ja ilman vuorokautinen keskilämpötila 2 m:n korkeudessa Suonenjoen tutkimustaimitarhalla talvella 1996–1997.

MÄNNYN PLANTEK 81 -PAAKKUTAIMET, TALVI 1996–1997

- ◆ ILMA, 2 m
- ◆ JUURIPAAKKU



tettu -24 °C:een, mutta pakastus -32 °C:een tappoi kaikkien taimien juuristot.

Talven kuluessa osa kontrollitaimista vaurioitui niin pahoin, että ne kuolivat kesäkuun loppuun mennessä (taulukko 1). Kuolleisuutta todennäköisesti lisäsi taimikentälle helmikuun lopulla lumen sulamisesta kertynyt vesi, joka myöhemmin jäättyi ja peitti juuripaakut painannekohdissa. Sitä vastoin syksyllä kylmävarastoon siirrettyjen ja toukokuussa takaisin kentälle palautettujen männyn paakutaimien elävyys kesäkuun lopulla oli lähes 100 %.

Johtopäätökset

Talvella 1996–1997 männyn paakutaimien juuriston pakkaskestävyys oli mittausjakson heikoin marraskuussa (-10 °C) kohoten tammikuun alun (-16 °C) testausarvoista vielä huhtikuun alkuun (-24 °C). Tuona aikana sääolot vaurioittivat tutkittujen taimien juuristoja, ja lisäsivät taimien kuolleisuutta talven aikana. Sitä vastoin kylmävarastoitujen kontrollitaimien elävyys seuraavana kesänä oli lähes 100 %. Lämmin jakso helmikuun lopulla ja maaliskuun alussa sulatti taimia suojanneen lumen, minkä jälkeen maaliskuun loppupuolen kovat yöpakkaset ja taimikentälle jäätynyt vesi todennäköisesti vaurioittivat kontrollitaimia ja myös lisäsivät pakkaskäsiteltyjen taimien juuristovaurioita.

Kirjallisuus

- Colombo, S.J. 1994. Timing of cold temperature exposure affects root and shoot frost hardiness of *Picea mariana* seedlings. *Scand. J. For. Res.* 9: 52–59.
- Rikala, R. & Huurinainen, S. 1990. Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen. *Folia Forestalia* 745. 16 s.
- Ryöppö, A., Iivonen, S., Rikala, R., Sutinen, M.-L. & Vapaavuori, E.M. 1998. Responses of Scots pine seedlings to low root zone temperature in spring. *Physiologia Plantarum* 102: 000–000. Painossa.
- Ryöppö, A., Repo, T. & Vapaavuori, E. 1998. Development of frost hardiness in roots and shoots of Scots pine seedlings at non-freezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research*. Painossa.
- 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.
- Sutinen, M.-L., Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1602–1609.
- Vapaavuori, E.M., Rikala, R. & Ryöppö A. 1992. Effects of root temperature on growth and photosynthesis in conifer seedlings during shoot elongation. *Tree Physiology* 10: 217–230.

Paakkutaimien kasvatus- ja lannoitusmenetelmät taimitarhoilla – taimitarhatiedustelun tuloksia

Marja-Liisa Juntunen ja Risto Rikala

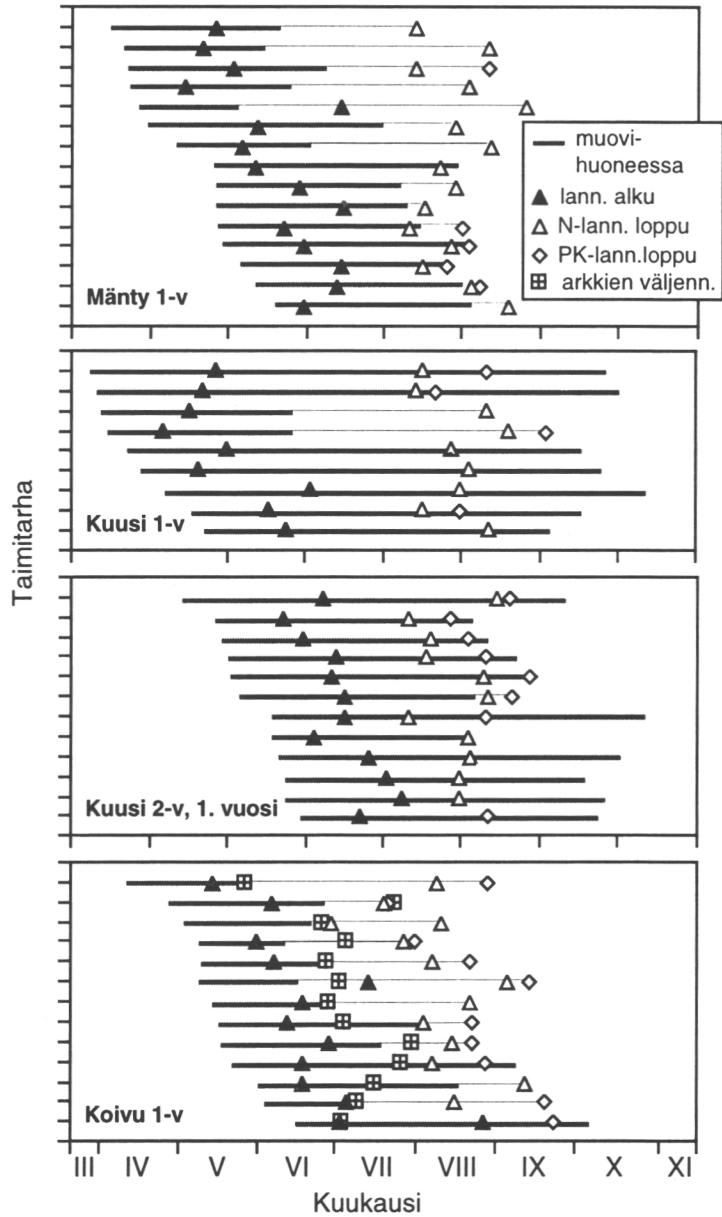
Vuonna 1996 toteutettiin metsäpuiden taimitarhoille suunnattu laaja taimituotantomenetelmiä kartoittanut kyselytutkimus (Juntunen ym. 1997a). Kyselyyn vastasi kaikkiaan 28 tarhaa; 20 suur-
tuottajan (63 % tarhoista) ja 8 pientuottajan tarhaa. Suurtuottajilla tarkoitetaan taimituotantoyhtiöiden, Metsähallituksen, metsäteollisuuden ja Metsäntutkimuslaitoksen tarhoja. Kaikki suuret taimiyhtiöt osallistuivat kyselyyn.

Kyselyssä oli kaksi osaa. Yleisosassa kysyttiin laajasti perustietoja tarhan taimikasvatuksesta ja sen hallintaan liittyvistä tekijöistä sekä kasvukauteen 1996 sidottuina tietoina mm. lannoitteiden käyttömääriä. Lisäksi tarhoilta pyydettiin taimieräkohtaisia kasvatustietoja yleisimpien taimityyppien kasvatuksesta kasvukaudella 1996. Puulajista riippuen kolmasosa – puolet tarhoista vastasi myös taimieräkohtaisiin kysymyksiin. Tässä artikkelissa esitetyt tulokset pohjaavat pääosin taimieräkohtaisiin tietoihin.

Kasvatuksen ajoitus

Kasvukaudella 1996 siementen kylvöt tarhoilla aloitettiin maaliskuun lopussa. Ensimmäisenä tarhat kylvivät yksivuotiaiksi kasvatettavat kuusen taimet. Nämä kylvöt tehtiin keskimäärin huhtikuun puolivälissä. Seuraavana vuorossa olivat männyn kylvöt huhtikuun loppupuolella ja sitten koivun kylvöt toukokuun puolivälissä. Lomakkeissa kysyttiin vain kylvöajankohta, minkä vuoksi koivun osalta ei tarkalleen selvinnyt kuinka moni tarhoista käytti hajakylvö+priklauksen menetelmää ja kuinka moni suora-
kylvöä paakkuihin. Kolme tarhaa ilmoitti käyttäneensä priklausta. Viimeisenä, toukokuun lopulla, kylvettiin puolitoista tai kaksi kasvukautta tarhalla kasvatettavat kuusen taimet. Kylvöajoissa oli tarhojen välillä kuitenkin suurta vaihtelua (kuva 1). Tiedot koski-

Kuva 1. Kasvatustoi-
menpiteiden ajoittu-
minen eri puulajeilla
taimitarhoittain:
muovihuonejakson
kesto (kastelun
aloittamisesta ulos-
siirtoon), lannoituksen
aloitus, typpilan-
noituksen (typpilan-
noituksen osalta) ja
fosfori-kalium -lan-
noituksen lopetus
sekä arkkien väljen-
nys. Jokaista taimi-
tarhaa edustaa yksi,
tavallisesti suurin ao.
puulajin kasvatuserä.



vat jokaiselta tarhalta vain yhtä, suurinta taimierää. Kylvöjen ajoituksissa on luonnollisesti ollut vaihtelua tarhan sisälläkin. Jotkut tarhat olivat antaneet vastauksissaan kylvöajankohtien vaihteluvälin. Näissä tapauksissa ajankohdaksi merkittiin kylvöjen aloitus aika.

Kylvöjen ajoittumiseen vaikuttanee osaltaan tarhan käytössä oleva muovihuonekapasiteetti suhteessa kasvatettuun taimimäärään. Esimerkiksi osa männyn kylvöt aikaisin tehneistä tarhoista siirsi taimet jo toukokuun lopussa tai kesäkuun alussa muovihuoneista ulos kasvatuskentille tehden tilaa kuusikylvöksille (kuva 1). Koivun ulossiirtoajankohdissa vaihtelu oli suurinta. Ensimmäiset tarhat siirsivät taimet pois muovihuoneista jo kesäkuun alussa ja viimeinen tarha vasta lokakuussa. Kuusen taimet kasvatettiin pääsääntöisesti ensimmäisenä kasvukautena muovihuoneissa. Lyhyimmillään koivun ja männyn taimia kasvatettiin vain noin kuukausi muovihuoneissa, minkä jälkeen taimet siirrettiin ulos kasvatuskentille (taulukko 1). Kuusen kasvatuksissa lyhyin aika muovihuoneissa oli noin kaksi kuukautta.

Kaikki tarhat väljensivät paakkuarkkeja koivukasvustoissa. Väljennyksen tavoitteena on lisätä tuuletusta tiheissä kasvustoissa ja siten tehdä olosuhteet kasvitaudeille epäedullisimmiksi. Väljennyksissä taimiarkkien välille jätettiin molempiin suuntiin noin 10–20 cm:n käytävät, mikä merkitsee sitä, että vain noin puolet kasvatuspinta-alasta on arkkien peittämää. Arkit väljennettiin keskimäärin heinäkuun alkupuolella, mutta jälleen vaihtelu oli suurta (kuva 1). Kylvön ja väljennyksen välinen aika oli keskimäärin 52 päivää, lyhyimmillään se oli 18 ja pisimmillään 87 päivää. Kolmannes tarhoista väljensi taimiarkit noin kuukautta ennen taimien ulossiirtoa, toinen kolmannes ulossiirron yhteydessä ja viimeinen kolmannes noin 20 päivää ulossiirron jälkeen.

Taulukko 1. Taimiarkkien kylvöstä ulossiirtoon kulunut keskimääräinen aika sekä sen vaihtelu (n = kasvatustiedot antaneiden tarhojen määrä).

| Puulaji, ikä | n | päiviä kylvöstä ulossiirtoon | |
|---------------------|----|------------------------------|--------------|
| | | keskiarvo | vaihteluväli |
| mänty, 1-v | 15 | 70 | 36–94 |
| kuusi 1-v | 9 | 150 | 69–199 |
| kuusi 2-v, 1. vuosi | 12 | 111 | 75–146 |
| koivu, 1-v | 13 | 61 | 31–112 |

Lannoitus

Tiedustelussa kysyttiin taimierän kasvatukseen käytetyn turpeen tuottajaa ja peruslannoitusta sekä hoitolannoitusajankohtia, käytettyjä lannoitteita ja lannoitemääriä pinta-alayksikköä kohden laskettuna (g/m^2). Näistä tiedoista laskettiin annettujen ravinteiden määrät. Lisäksi yleisosassa kysyttiin lannoitustarpeen määrittämiseen vaikuttavia tekijöitä.

Ravinteiden määrä peruslannoitetussa turpeessa

Peruslannoitteen määrä ilmoitetaan yleensä turvekuutiota kohti. Turpeen tilavuus on kuitenkin varsin epämääräinen tunnus ja sen vuoksi turvemäärä on usein parempi mitata painoyksiköissä. Jos tunnetaan taimiarkkien täyttöön käytetty turvemäärä, voidaan laskea peruslannoitteen määrä pinta-alayksikköä tai yksittäistä paakkua kohti.

Tässä selvityksessä ravinne määrät laskettiin yleisimmin käytössä olleelle Kekkilä Oy:n metsäpuiden kasvatukseen tarkoitettulle turpeelle (Finnpeat viljelyturve). Vuodesta 1995 lähtien myös Vapo-tuotemerkillä myydyt metsätaimiturpeet on lannoitettu samalla tavoin (J. Huttunen, Kekkilä Oy, suull. tiedontanto). Ko. turpeisiin on lisätty ST-tasolannoitetta 0,8 kg ja Mg-pitoista kalkkikivijauhetta 2 kg turvekuutiota kohti. Turpeen kuiva-ainepitoisuus on ennen peruslannoitteen ja kalkin lisäystä noin $60 \text{ kg}/\text{m}^3$ ja lisäyksen jälkeen ennen säkitystä noin $65 \text{ kg}/\text{m}^3$ (J. Huttunen Kekkilä Oy, suull. tiedonanto). Siten yhdessä kilossa säkitettyä, kuivaa turvetta on noin 12 g lannoitetta. Tämän tiedon ja lannoitteen ravinnekoostumuksen perusteella voidaan laskea ravinteiden määrä kuivaa turvekiloa kohti (taulukko 2).

Paakkuarkkien täyttömääriä voidaan mitata punnitsemalla arkkeja ennen ja jälkeen arkkien täytön. Näin saadaan selville ”säkki-kuivan” turpeen määrä arkeissa ja käsitys arkkien täyttötäydästä. Hyvä arvio kuivan turpeen määrästä saadaan kertomalla säkki-kuivan turpeen määrä 0,4:llä eli olettamalla turpeen kosteusprosentiksi 60. Suonenjoen tutkimustaimitarhalla on ravinteiden huuhtoutumiskokeiden yhteydessä selvitetty turpeen täyttömääriä paakkuarkeissa. Kuivan turpeen määrä oli Ecopot -arkeissa noin $5 \text{ kg}/\text{m}^2$, PL81F -arkeissa noin $4 \text{ kg}/\text{m}^2$ ja PL25 -arkeissa noin $4,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ (taulukko 3).

Yhtä tarhaa lukuunottamatta vastanneet tarhat käyttivät taimikasvatuksissa kasvualustana säkitettyä, peruslannoitettua rahkaturvetta. Yksi tarha käytti kuusen kasvatuksissa lannoittamatonta säkitettyä turvetta. Yksi tarha käytti kasvualustana irtoturvetta,

Taulukko 2. ST-tasolannoitteen (Kekkilä Oy) ravinnepitoisuus ja ravinteiden määrä peruslannoite-tussa kuivassa turpeessa.

| Ravinne/ muoto | Lannoitteen ravinne- pitoisuus % | Ravinnemäärä 1 kg:ssa kuivaa turvetta mg |
|-------------------|---|---|
| Nhidas | 6 | 738 |
| N-NH ₄ | 7 | 862 |
| N-NO ₃ | 2,5 | 308 |
| Nurea | 0,5 | 62 |
| N _{tot} | 16 | 1969 |
| Pvesil. | 6 | 738 |
| P | 2 | 240 |
| P _{tot} | 8 | 985 |
| K | 16 | 1969 |

Taulukko 3. Eri paakkuarkkeihin täytettyjen turpeiden määrä Suonenjoen taimitarhalla (n = punnittujen arkki määrä).

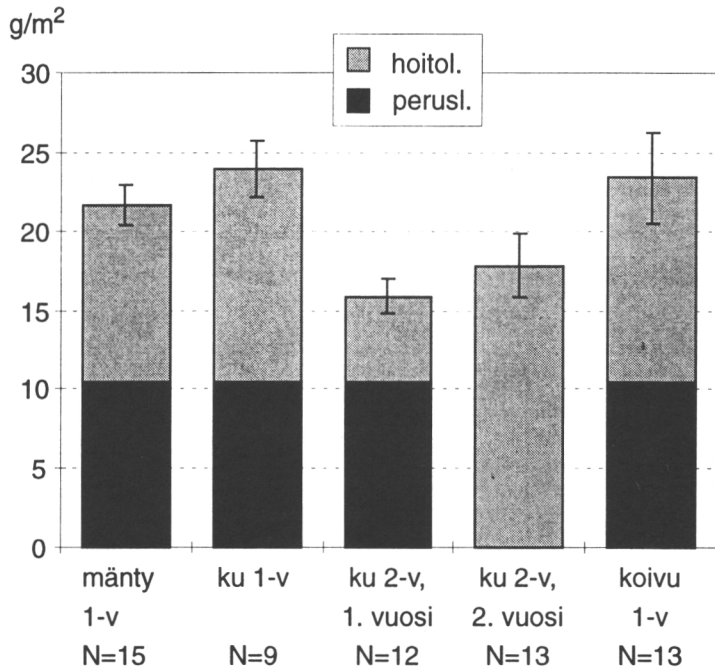
| Paakku- tyyppi, täyttövuosi | n | säkkikuiva turve, g/arkki | turpeen kosteus, % | kuiva turve g/arkki | kuiva turve g/m ² | kuiva turve g/paakku |
|-----------------------------------|----|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| PS508, 1995 | 40 | 2891 | 60* | 1156 | 4821 | 8 |
| 1996 | 9 | 3171 | 63 | 1173 | 4891 | 8 |
| PS608, 1995 | 15 | 2970 | 60* | 1188 | 4954 | 11 |
| PL81F, 1996 | 9 | 1798 | 66 | 611 | 4112 | 8 |
| PL25, 1995 | 20 | 1753 | 60* | 701 | 4395 | 28 |
| 1997 | 12 | 1795 | 58 | 763 | 4847 | 31 |

* ei mitattu, arvioitu tiheyslaskelmien perusteella

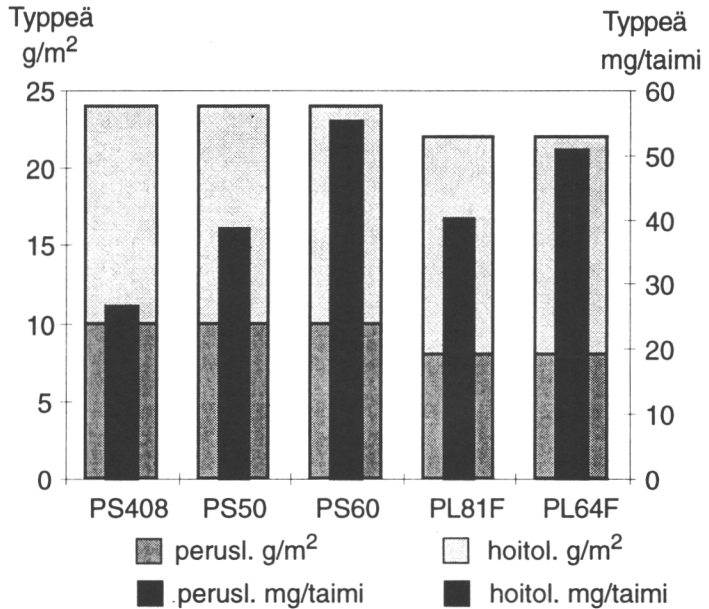
jonka tarha peruslannoitti itse. Taimille perus- ja hoitolannoitteessa annettu typen määrä pinta-alayksikköä kohden oli melko saman-
suuruinen eri puulajien yksivuotisissa kasvatuksissa (kuva 2).
Lähes puolet tyypestä annettiin peruslannoitteessa.

Pinta-alayksikköä kohti lasketut paakku-tyyppien väliset erot
turvemäärissä heijastuvat myös peruslannoitteena annettuihin
ravinnemääriin (taulukko 4). Erilaisista kasvatustiheyksistä johtu-
en erot ovat kuitenkin vielä selvemmät taimea kohti (mg/taimi)
laskettuna. Mitä tiheämmässä taimet ovat, sitä vähemmän saa
yksittäinen taimi ravinteita (kuva 3). Muutokset täyttötäivyydessä
ja turpeen kosteudessa saattavat aiheuttaa ravinnemääriin noin
gramman vaihtelun pinta-alayksiköissä laskettaessa ja parin milli-
gramman vaihtelun taimea kohti laskettaessa.

Kuva 2. Eri puulajeille perus- ja hoitolannoitteessa annettu typen määrä pinta-alaa kohti laskettuna (N = kasvatustiedot antaneiden tarhojen lukumäärä, janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä).



Kuva 3. Lannoituksessa annettu typen määrä pinta-alayksikköä (paksu pylväs) ja tainta kohti (ohut pylväs) laskettuna paakkutyypeittäin (=kasvatustiheyden mukaan). Hoitolannoituksessa annettun typen määräksi on oletettu 14 g/m².



Taulukko 4. Peruslannoitteessa annetun typen ja fosforin määrät lasketuna neliometriä ja yksittäistä paakkua kohti.

| paakkutyyppi | Typpi | Fosfori | Typpi | Fosfori |
|--------------|------------------|---------|----------|---------|
| | g/m ² | | mg/taimi | |
| PS408 | 9,6* | 4,8 | 11 | 5 |
| PS508 | 9,6 | 4,8 | 15 | 8 |
| PS608 | 9,6 | 4,8 | 22 | 11 |
| PL81F | 8,1 | 4,0 | 15 | 7 |
| PL25 | 9,4 | 4,7 | 60 | 30 |
| VP180,1996 | 12,8 | 6,4 | 33 | 17 |

* oletettu täyttötiivysi samaksi PS508 - arkkien kanssa

Hoitolannoitus ja siihen vaikuttavat tekijät

Turpeen puristenesteen johtokyky oli tiedustelun mukaan tärkein lannoitusta ohjaava tekijä tarhoilla. Kolme neljäsosaa suurtuottajien tarhoista arvioi sen tärkeimmäksi tekijäksi. Loputkin tarhoista, jotka olivat arvioineet jonkin muun tekijän tärkeimmäksi, pitivät johtokykyä toiseksi tärkeimpänä päätöksiin vaikuttavana tekijänä. Pientuottajista puolet luotti johtokykymittauksiin päättäessään lannoituksen ajoituksesta.

Kaikki tarhat, kahta pientuottajan tarhaa lukuunottamatta, mittasivat turpeen puristenesteen johtokykyä, joten puristenesteen johtokyvyn seuranta on jo perusmenetelmä lähes kaikilla tarhoilla (Juntunen ja muut 1997a). Muut lannoituspäätöksiin vaikuttavat tekijät liittyivät taimen kasvuvaiheeseen, väriin ja kuntoon sekä säätekijöihin ja myöskin kokemukseen. Tilanne on muuttunut melkoisesti, sillä 20 vuotta sitten lannoituksessa nojaututtiin ”vihreään peukaloon”, minkä lisäksi 20–30 % tarhoista teetti silloin tällöin ravinneanalyysijä (Rikala 1978). Kasvukaudella 1996 varsinaisten ravinneanalyysien käyttö tarhoilla oli vähäistä, vain viisi tarhaa teetti säännöllisesti ravinnemäärityksiä puristenesteestä.

Yleensä päätökset lannoitusajankohdista ja -määristä tehtiin suurtuottajien tarhoilla yhteistoiminnassa. Taimitarhan johtaja osallistui kaikilla tarhoilla päätöksentekoon. Johtajan osallistumisessa oli tarhojen välillä ehkä vivahde-eroja. Ainoastaan kahdella tarhalla johtaja päätti lähes yksinään lannoituksesta. Yhdellä tarhalla päävastuu lannoituksesta oli työnjohdolla ja kahdella tarhalla lannoituksen suorittajilla. Lopuilla 14 tarhalla päätettiin yhteistuumin lannoituksesta.

Lannoitukset aloitettiin kaikilla puolajeilla noin kuukauden ku-

luttua kylvöstä (taulukko 5). Tarhojen välillä oli kuitenkin huomattavaa vaihtelua (kuva 1). Oli aikaisia ja myöhäisiä lannoituksen aloittajia. Puulajilla ei ollut yhdenmukaista vaikutusta lannoituksen aloittamiseen. Toiset tarhat aloittivat esimerkiksi koivun lannoituksen mäntyä aikaisemmin, toiset tarhat tekivät taas päinvastoin. Kaksivuotiaaksi kasvatettavan kuusen toisen vuoden hoitolannoitukset aloitettiin tarhoilla myös hyvin vaihtelevasti. Aikaisin tarha aloitti lannoituksen 4.5. ja myöhäisin 27.6.

Taulukko 5. Kylvöstä hoitolannoituksen aloittamiseen kulunut aika puulajeittain (n = tarhojen lukumäärä).

| Puulaji, ikä | n | Päiviä kylvöstä hoitolannoituksen aloittamiseen | |
|--------------------|----|---|--------------|
| | | keskiarvo | vaihteluväli |
| mänty, 1-v | 15 | 34 | 11–77 |
| kuusi, 1-v | 9 | 35 | 21–55 |
| kuusi 2-v, 1.vuosi | 12 | 35 | 16–53 |
| koivu, 1-v | 13 | 33 | 17–64 |

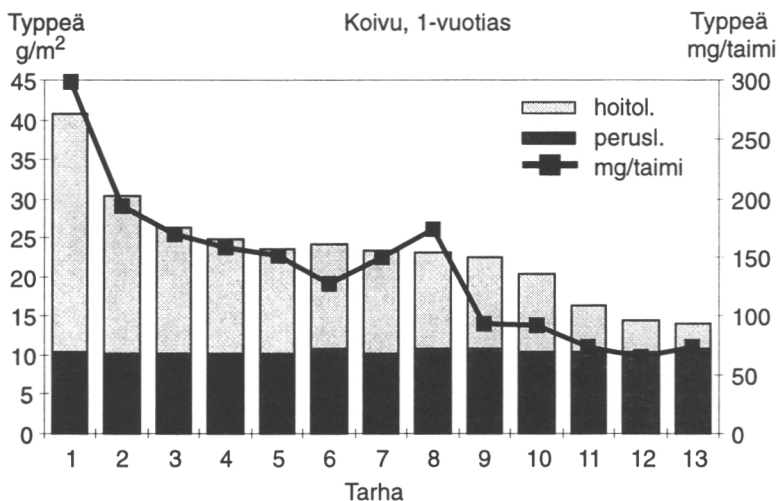
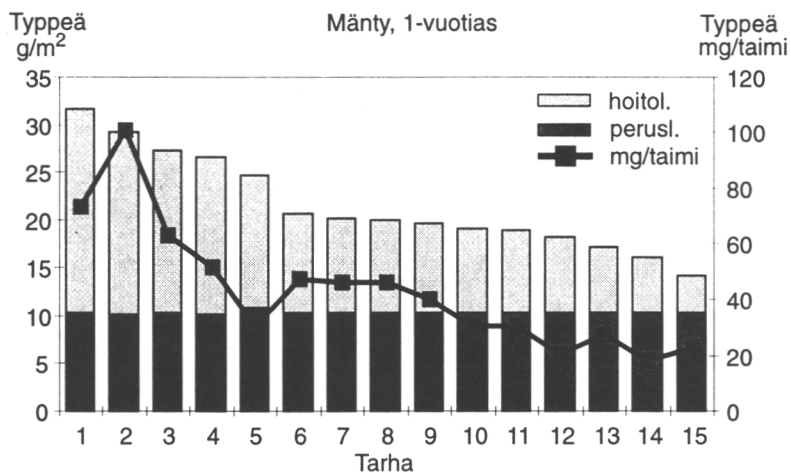
Männyn, kuusen ja koivun taimien yksivuotisissa kasvatuksissa noin puolet taimille annetuista ravinteista annettiin hoitolannoituksissa (taulukko 6). Vähäisimmillään taimille annettiin hoitolannoituksissa noin neljännes koko ravinnemäärästä, kun taas enimmillään eräs tarha antoi ravinteita kuusen taimille vain hoitolannoituksissa.

Taulukko 6. Hoitolannoituksissa taimille annettujen ravinteiden osuus perus- ja hoitolannoituksessa annetuista ravinteista puulajeittain.

| Puulaji, ikä | keskiarvo % | | | vaihteluväli % | | |
|--------------------|-------------|-----|-----|----------------|--------|--------|
| | N | P | K | N | P | K |
| mänty 1-v | 49 | 44 | 58 | 27–67 | 23–68 | 35–79 |
| kuusi 1-v | 57 | 51 | 64 | 36–100 | 30–100 | 48–100 |
| kuusi 2-v, 1.vuosi | 31 | 29 | 39 | 4–50 | 9–48 | 16–62 |
| kuusi 2-v, 2.vuosi | 100 | 100 | 100 | | | |
| koivu 1-v | 52 | 45 | 58 | 22–75 | 25–64 | 33–82 |

Eri puulajeille annettiin ensimmäisen vuoden kasvatuksissa keskimäärin lähes samat määrät ravinteita pinta-alaa kohti laskettuna. Lannoituksessa oli tarhojen välillä kuitenkin huomattavaa vaihtelua. Voimakkaimmin lannoittanut tarha antoi 5–6 kertaa enemmän ravinteita niukkimmin lannoittaneeseen tarhaan verrattuna (taulukko 7). Vaihteluväli oli suurin koivun ja pienin männyn kasvatuksessa. Suuri vaihteluväli johtui varsinkin koivulla muutamasta poikkeavasta tarhasta (kuva 4).

Kuva 4. Männyn ja koivun taimille annettu typen määrä tarhoittain sekä pinta-alayksikköä että taimea kohti laskettuna.



Taulukko 7. Hoitolannoituksissa annetut keskimääräiset ravinnemäärät sekä ravinnemäärien vaihtelu puulajeittain.

| Puulaji, ikä | Hoitolannoitteissa annettu määrä, g/m ² | | | | | |
|----------------------|--|-----|------|--------------|----------|----------|
| | keskimäärin | | | vaihteluväli | | |
| | N | P | K | N | P | K |
| männety, 1-v. | 11,2 | 4,9 | 16,8 | 3,8–21,3 | 1,5–11,2 | 5,5–39,9 |
| kuusi, 1-v. | 13,5 | 4,9 | 18,0 | 5,0–27,8 | 2,3–9,3 | 8,5–34,5 |
| kuusi 2-v., 1.vuosi. | 5,5 | 2,4 | 8,0 | 0,5–10,3 | 0,5–4,7 | 2,0–16,8 |
| kuusi 2-v., 2.vuosi | 17,8 | 7,0 | 23,6 | 7,2–32,3 | 1,4–15,3 | 3,2–50,8 |
| koivu, 1-v. | 13,0 | 4,9 | 17,3 | 3,1–30,5 | 1,9–9,6 | 5,4–48,4 |

Vain männyn osalta voidaan tulosta verrata tilanteeseen 20 vuotta sitten (Rikala 1978). Tuolloin männyn paperikennotaimille annettiin hoitolannoituksessa typpeä 17,4 g/m², fosforia 8,0 g/m² ja kaliumia 20,3 g/m². Hoitolannoitteena annettu ravinnemäärä samoin kuin sen vaihteluväli on pienentynyt männyn paakkutaimien lannoituksessa noin kolmanneksella.

Hoitolannoitukset lopetettiin keskimäärin elokuun 20. päivän tienoilla kaikilla puulajeilla (kuva 1). Noin 40 % tarhoista lannoitti lopuksi fosfori-kalium -lannoitteella. PK-lannoitusta käytettiin eniten koivulla ja vähiten männyllä. Viimeisen typpilannoituksen antoajankohta vaihteli tarhojen välillä paljon, heinäkuun puolivälistä syyskuun puoliväliin (kuva 1).

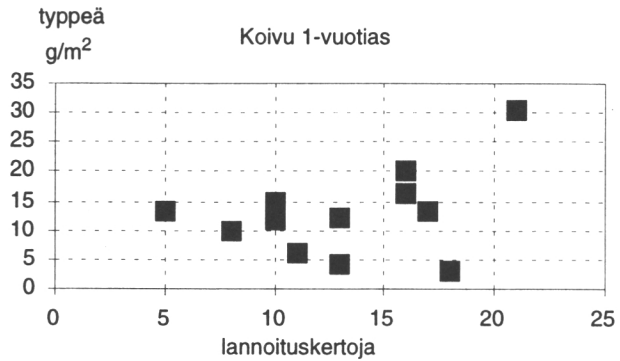
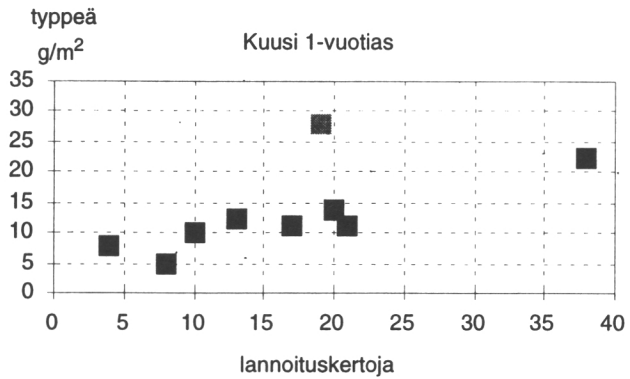
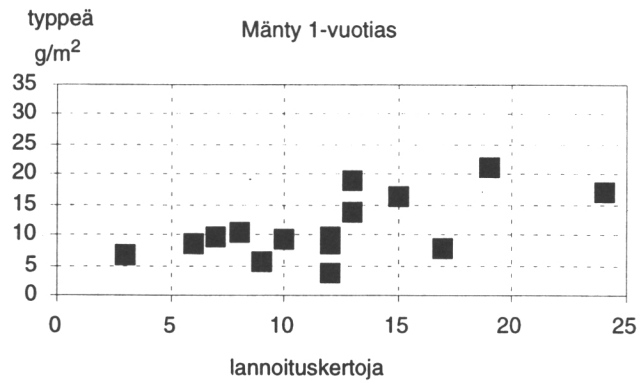
Koska lannoitukset aloitettiin keskimäärin yhtä pitkän ajan kuluttua kylvöstä ja lopetettiin lähes samanaikaisesti eri puulajeilla, oli lannoitusjakson keskimääräinen kesto sitä pidempi mitä aikaisemmin taimierä oli kylvetty (taulukko 8). Mitä pitempi oli puolestaan lannoitusjakso, sitä enemmän oli lannoituskertoja ja sitä suurempi oli annettujen ravinteiden määrä (kuva 5). Enemmistö tarhoista lannoitti 8–12 kertaa kasvukauden aikana. Keskimäärin lannoituskertojen väli oli viidestä kahdeksaan päivään, siis käytännössä lannoitettiin noin kerran viikossa. Lannoituskertojen vaihteluväli oli suuri, mikä aiheutui yleensä kahdesta toisistaan hyvin poikkeavasta tarhasta. Toinen tarhoista lannoitti hyvin harvoin, toinen sen sijaan lähes joka kastelukerralla.

Taulukko 8. Lannoitusjakson pituus ja lannoituskertojen määrä tarhoilla puulajeittain.

| Puulaji, ikä | Lannoitusjakson kesto, päiviä | | Lannoituskertoja kpl | |
|--------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
| | keskimäärin | vaihteluväli | keskimäärin | vaihteluväli |
| mänty 1-v | 78 | 31–110 | 12 | 3–24 |
| kuusi 1-v | 95 | 58–147 | 17 | 4–38 |
| kuusi 2-v, 1.vuosi | 54 | 22–76 | 8 | 2–21 |
| kuusi 2-v, 2.vuosi | 90 | 47–140 | 12 | 3–28 |
| koivu 1-v | 69 | 42–106 | 13 | 5–21 |

Kerralla annettu lannoitemäärä ja siten ravinnemäärä pysyi tarhoittain melko samansuuruisena koko lannoitusjakson ajan. Annokset vaihtelivat jälleen enemmän tarhojen välillä kuin saman tarhan lannoituskertojen välillä. Keskimäärin tarhat antoivat yhdellä lannoituskerralla noin gramman typpeä neliölle puulajista riippumatta (taulukko 9). Käytännössä se merkitsi sitä, että eniten käytettyä Kekkilä Oy:n 9-Superex -lannoitetta annettiin yhdellä lannoituksella noin 5 g/m². Kaksivuotiaan kuusen toisen vuoden kasvustoja lannoitettiin suurimmilla annoksilla pinta-aloja kohti

Kuva 5. Annetun typen määrän riippuvuus lannoituskerroista puulajeittain. Muita himmeämpi piste kuusen tuloksissa on tarhalta, joka käytti kuusen kasvatuksissa peruslannoittamatonta turvetta.



laskettuna. Kun tulokset laskettiin annoksina taimia kohti, annettiin koivun taimille kerralla suurimmat annokset.

Taulukko 9. Yhdellä lannoituskerralla annetun typen keskimääräinen määrä ja sen vaihtelu.

| Puulaji, ikä | Yhdellä lannoituskerralla annettu typpeä g/m ² | | Yhdellä lannoituskerralla annettu typpeä mg/taimi | |
|--------------------|---|--------------|---|--------------|
| | keskimäärin | vaihteluväli | keskimäärin | vaihteluväli |
| mänty 1-v | 1,0 | 0,3–2,3 | 2,0 | 0,5–5,1 |
| kuusi 1-v | 0,9 | 0,5–2,0 | 0,6 | 0,2–1,2 |
| kuusi 2-v, 1.vuosi | 0,8 | 0,1–1,5 | 1,6 | 0,2–3,5 |
| kuusi 2-v, 2.vuosi | 1,8 | 0,8–4,1 | 1,2 | 0,4–5,0 |
| koivu 1-v | 1,1 | 0,3–2,7- | 6,7 | 0,9–17,0 |

Perus- ja hoitolannoitteissa annettujen ravinteiden määrät taimea kohden

Taimien kannalta on oleellista, kuinka paljon ravinteita yhtä taimea kohti annetaan. Taimikohtaiset luvut laskettiin jakamalla hoitolannoituksen pinta-alayksikköä kohti annetut ravinnetiedot paakku-tyypin kasvatustiheydellä. Enemmistö taimista kasvatettiin tarhoilla samassa kasvatustiheydessä, mistä syystä tilanne tarhojen välillä ei muuttunut paljoakaan, kun tuloksia tarkasteltiin taimea kohti annettuina ravinteina pinta-alapohjaiseen laskutapaan verrattuna (kuva 4).

Yksivuotisissa kasvatuksissa männyn ja kuusen taimille annettiin lähes yhtä suuret määrät ravinteita (taulukko 10). Kaksivuotiseen kasvatukseen tähtäävän kuusen ensimmäisen vuoden lannoitus oli vähäisempi johtuen ilmeisesti myöhäisemmästä kylvöstä. Koivun lannoituksessa käytettiin eniten ravinteita.

Taulukko 10. Taimille perus- ja hoitolannoituksissa annettujen ravinteiden määrä ja sen vaihtelu.

| Puulaji, ikä | keskimäärin, mg/taimi | | | vaihteluväli mg/taimi | | |
|--------------------|-----------------------|----|-----|-----------------------|--------|--------|
| | N | P | K | N | P | K |
| mänty 1-v | 42 | 19 | 51 | 18–101 | 8–38 | 25–116 |
| kuusi 1-v | 39 | 16 | 47 | 23–53 | 12–26 | 32–69 |
| kuusi 2-v, 1.vuosi | 29 | 14 | 34 | 14–34 | 7–26 | 15–67 |
| kuusi 2-v, 2.vuosi | 38 | 14 | 49 | 12–78 | 2–45 | 4–148 |
| koivu 1-v | 140 | 59 | 165 | 65–298 | 33–109 | 73–429 |

Taimien ottama ravinnemäärä eli taimen ravinnesisältö voidaan laskea taimen kuivapainon ja ravinnepitoisuuden perusteella. Ravinteiden huuhtoutumiskokeiden yhteydessä (Juntunen ym. 1996) mitattiin myös taimitarhalla kasvatettujen taimien kuivapainoja ja ravinnepitoisuuksia. Näistä tuloksista on laskettu taulukossa 11 esitetyt taimien keskimääräiset typpisisällöt. Tämän mukaan mänty ja kuusi ottaisivat hieman alle puolet ja koivu yli puolet lannoitteesta annetusta typestä. Taimien ravinnepitoisuuksien keskinäisistä suhteista (esim. Ingestad 1979) päätellen muiden ravinteiden oton suhde lannoitteina annettuihin ravinteisiin olisi vielä alhaisempi.

Taulukko 11. Suonenjoen taimitarhalla kasvatettujen taimien typpisisältöjä.

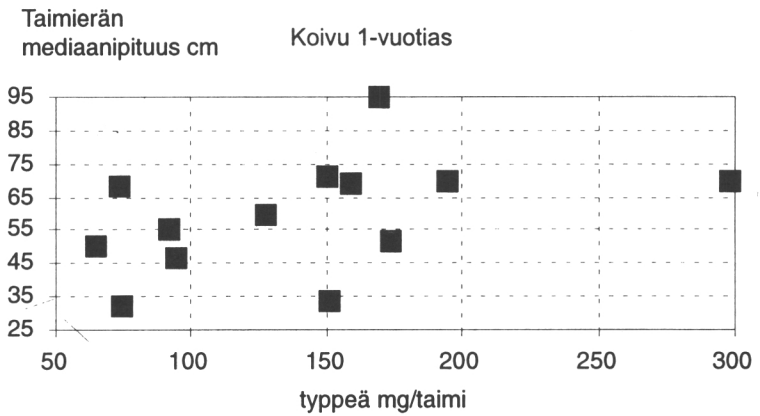
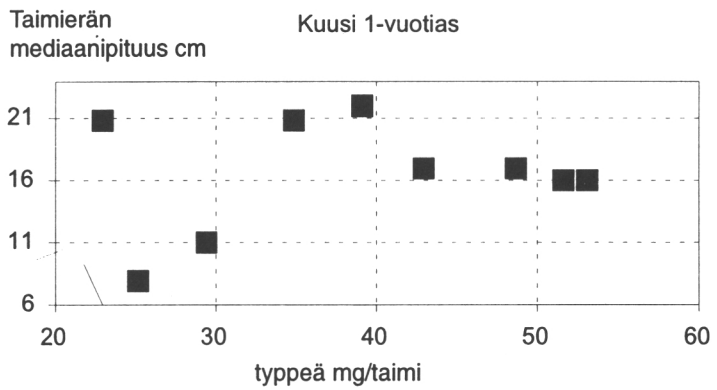
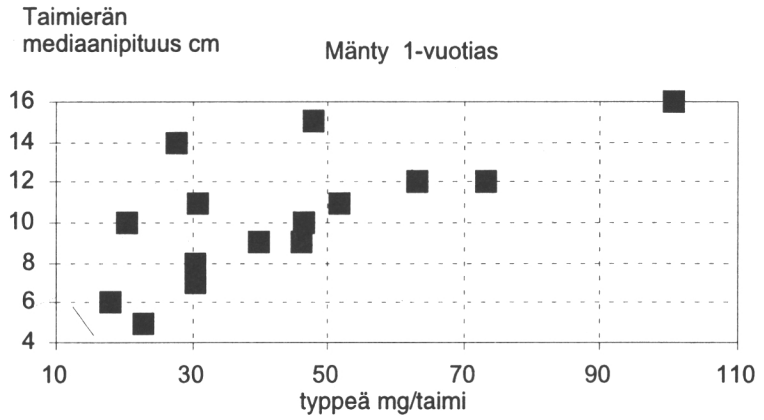
| Puulaji, paakkut. ikä | pituus, cm | typpeä mg/taimi | |
|--------------------------|------------|-----------------|--------------|
| | | keskiarvo | vaihteluväli |
| Mänty 1-v, PS508 | 14 | 13 | 9–17 |
| Kuusi 1-v, PS608 | 5 | 7 | 6–8 |
| Kuusi 2-v, PS608 | 33 | 33 | 29–37 |
| Koivu 1-v, PL25 | 82 | 109 | 92–130 |

Lannoitteena annetun ja taimien ottaman ravinnemäärän erotus sitoutuu turpeeseen, kaasuuntuu tai huuhtoutuu. Suonenjoella tehtyjen huuhtoutumistutkimusten mukaan paakkutyypistä ja puulajista riippuen 10–15 % annetusta typestä ja 25–65 % annetusta fosforista huuhtoutui kastelu- ja sadeveden mukana kasvualustasta maaperään (Juntunen ym. 1997b).

Monien tekijöiden joukossa lannoituksen lisäys on yksi taimien kokoa, kuivamassaa ja ravinnepitoisuutta kasvattava tekijä (Rikala 1997). Tarhojen taimieräkohtaisista kasvatustiedoista oli nähtävissä lisääntyneen typen annon ja männyn sekä koivun taimierien mediaanipituuden keskinäinen riippuvuus (kuva 6). Männyllä ja koivulla riippuvuus oli selvempi kuin yksivuotisella kuusella, josta saatiin tietoja vain yhdeksältä tarhalta. Riippuvuus johtunee paitsi käytetystä lannoitemäärästä, ennenmuuta runsaammin lannoitettujen taimierien pitemmästä kasvatusajasta.

Lannoitteena annetun ravinnemäärän lisäksi ravinteiden keskinäisillä suhteilla on tärkeä merkitys taimien kasvuun ja karaisutumiseen (Ingestad 1979, Rikala 1997). Pääravinteiden ravinnesuhteissa ei ollut suurta vaihtelua puulajien eikä tarhojen välillä (taulukko 13). Suhteita laskettaessa on typen määrää merkitty sadalla. Jos saatuja suhteita verrataan taimien ottamien ravinnemäärien suhteisiin (Ingestad 1979), annettiin taimille kaliumia ja fosforia tyyppeen verrattuna liikaa. Lannoituksessa taimitarhoilla

Kuva 6. Taimierän mediaanipituuden riippuvuus taimille annetusta typen määrästä puulajeittain.



annettujen pääravinteiden suhteet ovat säilyneet samanlaisina jo 20 vuotta metsäpuiden lannoituksessa (Rikala 1978).

Taulukko 13. Perus- ja hoitolannoituksessa annetun fosforin ja kaliumin suhde typpeen (typpi merkitty 100:lla) puulajeittain.

| Puulaji, ikä | keskiarvo | | | vaihteluväli | |
|---------------------|-----------|----|-----|--------------|---------|
| | N | P | K | P | K |
| mänty 1-v | 100 | 47 | 127 | 26–74 | 74–192 |
| koivu 1-v | 100 | 45 | 119 | 25–60 | 65–144 |
| kuusi 1-v | 100 | 43 | 120 | 33–56 | 102–144 |
| kuusi 2-v, 1.v. | 100 | 49 | 115 | 40–71 | 94–132 |
| kuusi 2-v, 2.v. | 100 | 40 | 131 | 11–65 | 26–205 |
| Ingestadin suositus | 100 | 13 | 65 | | |

Johtopäätelmiä

Taimien kasvatuksen ajoitus ja lannoitusmenetelmät ovat tiedustelun perusteella edelleen varsin taimitarhakohtaisia ja tarhojen välillä esiintyy suurta vaihtelua. Kuitenkin vaihtelu näyttää jonkin verran vähentyneen esim. männyn paakkutaimien lannoituksessa samalla kun käytetyt lannoitemäärät ovat pienentyneet. Muutos lannoituksessa saattaa johtua edellisen taimitarhatiedustelun jälkeen yleistyneestä puristeneeseen johtokyvyn mittausmenetelmästä.

Kirjallisuus

- Ingestad, T. 1979. Mineral Nutrient Requirements of *Pinus silvestris* and *Picea abies* Seedlings. *Physiologia Plantarum* 45(4): 373 - 380.
- Juntunen M-L., Hammar T., Rikala R. & Kangasjärvi J. 1996. Ennakkotuloksia paakkutaimituotannon ravinnekuormituksesta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 601: 49 -55.
- Juntunen M-L., Rikala R. & Tervo L. 1997a. Ennakkotuloksia metsäpuiden taimituotantokyselystä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 650: 28 - 38.
- Juntunen M-L., Hammar T., Rikala R. & Kangasjärvi J. 1997b. Environmental impact from forest tree nurseries - the leaching of nutrients. *Ambiotica* 1/1997: 62 - 65.
- Rikala R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. *Metsänviljelyn koekaseman tiedonantoja* 24. 31 s.
- Rikala R. 1997. Taimitarhalannoitus ja metsäpuiden taimien laatu. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 646. 68 s. + liitteet.

Koivun paakkutaimien kesäistutus

Jaana Luoranen, Risto Rikala, Heikki Smolander

Koivun paljasjuuristen ja paakkutaimien istutusajankohdiksi suositetaan kevään lisäksi Etelä-Suomessa syyskuuta ja Pohjois-Suomessa elokuuta (Metsänviljelyopas 1993). Käytännön toiminnassa on jo saatu lupaavia kokemuksia kesäkuun lopulla ja heinäkuussa tehdyistä koivun paakkutaimien istutuksista. Tutkimuksen antamaa näyttöä on toistaiseksi ollut kuitenkin vähän.

Rikalan (1996) tutkimuksen mukaan yksivuotiaiden koivun paakkutaimien juurten kasvu alkaa keväällä hitaasti ja nopeutuu vasta kesäkuun alun jälkeen, kun lehdet ovat saavuttaneet täyden koon. Samassa tutkimuksessa havaittiin, että keväällä kylvettyjen ja samana kesänä eri ajankohtina istutettujen taimien juurten kasvu on voimakkainta heinäkuun puolessa välissä ja heikkenee suoraviivaisesti syksyä kohti. Pellolle perustetuissa istutusajankohtakokeissa keväällä kylvettyjen ja samana kesänä istutettujen koivun paakkutaimien alkumenestys oli yhtä hyvä tai parempi kuin seuraavana keväänä istutettujen taimien alkukehitys (Rikala 1996).

Aiempien ennakkoluonteisten tulosten testaamiseksi on vuodesta 1995 lähtien perustettu istutusajankohtakokeita Pohjois- ja Itä-Savon alueelle. Vuosina 1995 ja 1996 istutusajankohtakokeet perustettiin pääasiassa taimitarhakentille. Metsänviljelykokeet käynnistettiin 1996 ja niitä laajennettiin 1997. Viljelykokeiden rinnalla on tutkittu taimien eri osien kasvurytmiä ja juurtumiskykyä. Näihin Suonenjoen tutkimusaseman, Itä-Suomen Taimi Oy:n ja Pohjois-Savon Metsäkeskuksen yhteistyönä toteutettuihin tutkimuksiin on saatu rahoitusta Pohjois-Savon maaseutuelinkeino- piiristä (EMOTR). Tässä artikkelissa tarkastellaan istutusajankohdan valintaan vaikuttavia ilmastollisia ja taimien kasvurytmiin liittyviä tekijöitä, em. istutusajankohtakokeiden tuloksia sekä kesäistutuksen riskejä.

Kasvukauden ilmasto-olot ja niiden vaikutus taimien juurtumiseen

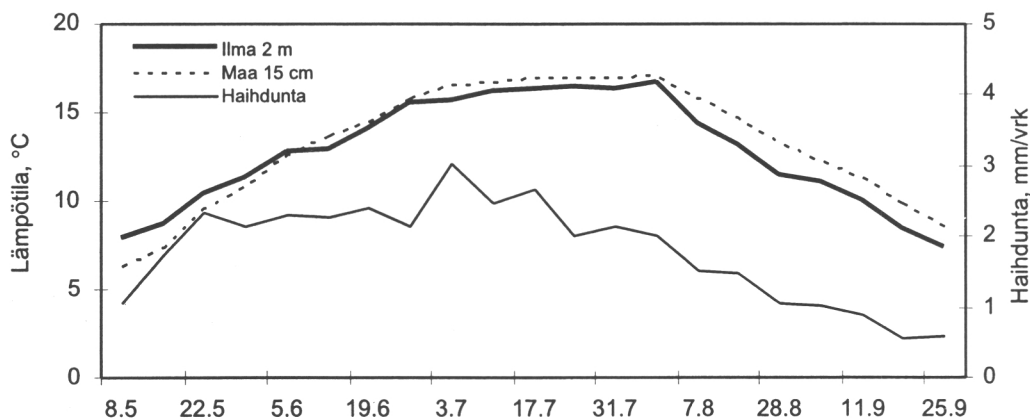
Kuusen ja männyn taimilla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että juurten kasvu estyy tai on hyvin hidasta maan lämpötilan ollessa alle +8 °C, mutta kiihtyy maan lämmitessä (Vapaavuori ym. 1992). Maan lämpötila kohoaa yli +8 °C:n keskimäärin toukokuun kolmannella viikolla ja maan keskilämpötila saavuttaa ilman keskilämpötilan (+13 °C) vasta kesäkuun toisella viikolla. Syksyllä paras tulos saadaan, kun taimet (ainakin ainavihannilla lajeilla) on istutettu 4 viikkoa ennen kuin maan lämpötila laskee alle +7 °C (Ball 1987). Suonenjoen korkeudella maan lämpötila laskee alle +7 °C syyskuun lopulla eli Ballin tulosten valossa taimet kannattaisi istuttaa viimeistään elokuun loppuun mennessä.

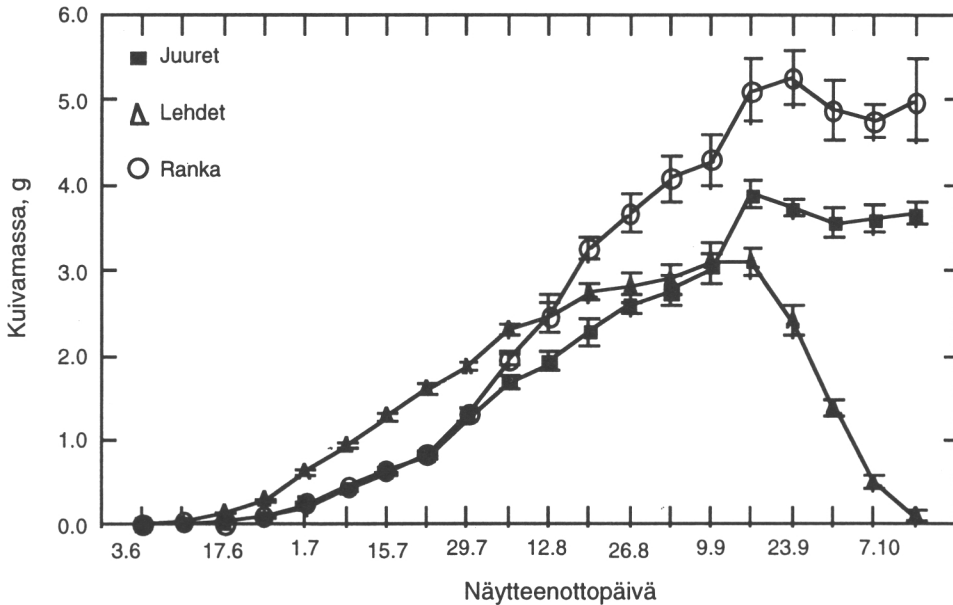
Kevät ei ole taimien vesitaloudellekaan otollisinta aikaa. Keväällä maan lämpötila on alhainen, ilman lämpötila maan lämpötilaa korkeampi ja haihdunta voimakasta (kuva 1). Taimien kannalta otollisimmat olosuhteet on heinäkuun lopulla ja elokuussa, jolloin maan lämpötila on korkeimmillaan ja vuorokauden keskilämpötila alenee.

Kuva 1. Keskimääräinen ilman (2 m) ja maan (15 cm) lämpötila (°C) sekä haihdunta vapaasta vesipinnasta (mm/vrk) kasvukauden aikana Suonenjoen tutkimusasemalla vuosina 1983–1993.

Koivun paakutaimien kasvurytmi

Suonenjoella vuosina 1996–1997 tehdyissä kokeissa keväällä kylvettyjen koivun taimien (Plantek 25, paakun tilavuus 380 cm³) juurten ja rangan kuivamassa lisääntyi aluksi hitaasti, mutta kiihtyi heinäkuussa ja jatkui, kunnes lehtien variseminen syyskuussa alkoi (kuva 2). Juurten kasvu perustuu lehdissä tuotettuihin hiilihydraatteihin, jotka kuljetetaan juuristoon (Ritchie ja Dunlop 1980). Niinpä juurten kasvu kiihtyy vasta, kun lehtipinta-ala on riittävä ja toisaalta päättyy, kun lehdet kellastuvat ja varisevat.





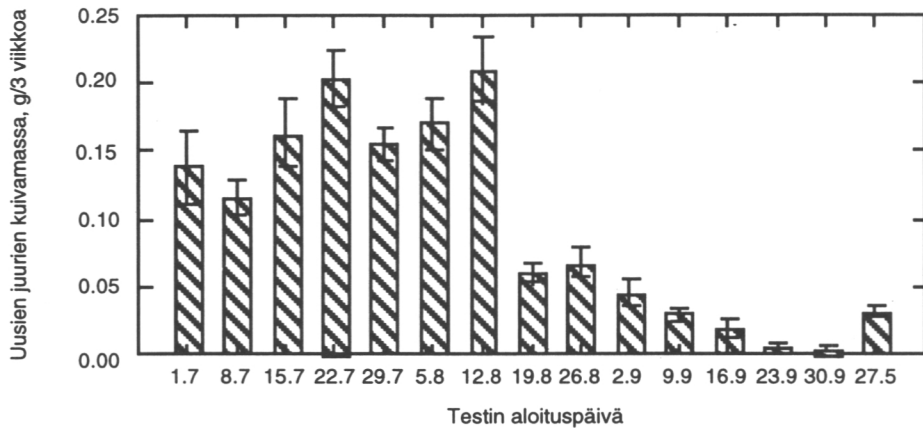
Kuva 2. Keväällä (2.5.1996) kylvettyjen koivun paakku-
taimien (Plantek 25,
380 cm³) rangan,
lehtien ja juurten
kuivamassat mitattu-
na viikon välein kas-
vukaudella 1996
Suonenjoen tutki-
mustaimitarhalla.
Taimet priklattiin
25.5. ja siirrettiin
ulos 20.6.

Lehtien kellastuminen alkaa päivänpituuden lyhentyessä ja yö-
lämpötilan laskiessa muutamana yönä alle +5 °C. Ilman kriittisen
päivänpituuden aiheuttamaa pituuskasvun päättymistä eivät alhai-
set yölämpötilat käynnistä lehtien kellastumista. Mikäli hiili-
hydraattituotanto lehdissä säilyy vakiona, taimien juurtuminen
istutuksen jälkeen on turvattu heinäkuun puolivälin ja elokuun
lopun välisenä aikana (kuva 2). Lisäksi kylvöajankohdalla voita-
neen vaikuttaa verson ja juurten kasvurytmiin etenkin alkukesällä.

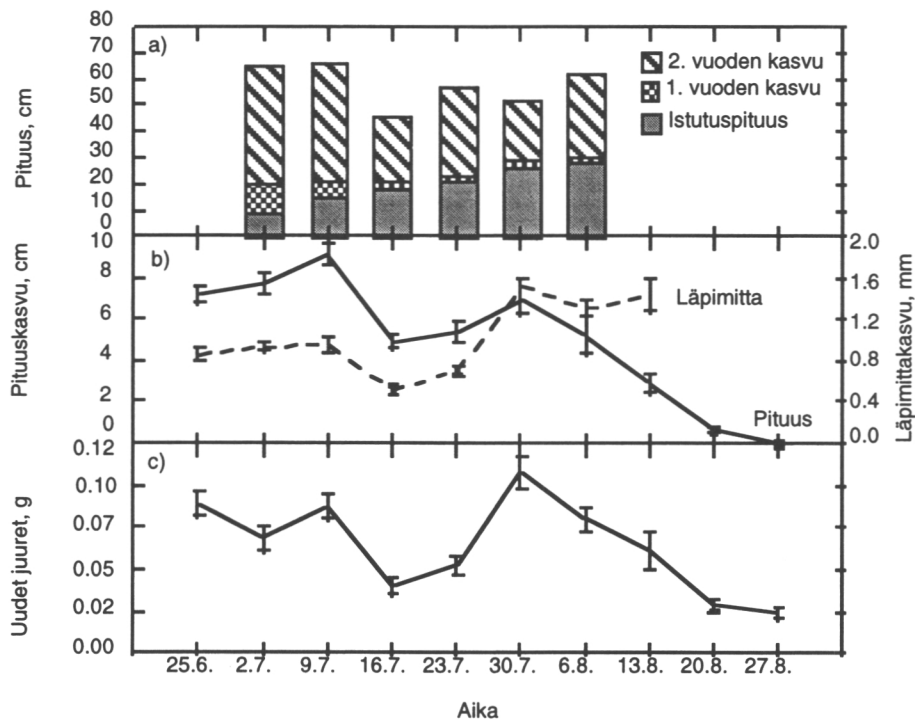
Juurtumiskyky kasvukauden aikana

Koivun paakku-
taimien juurtumiskykyä selvittävässä kokeissa
taimia (Plantek 25) istutettiin viikoittain heinäkuun alusta syys-
kuun loppuun kasvihuoneeseen luontaiseen päivänpituuteen. Ko-
keen aikana taimia kasteltiin päivittäin. Kolmen viikon kuluttua
istuttamisesta taimet nostettiin ja juurtumiskyky määritettiin uusi-
en, paakusta ulos kasvaneiden juurien kuivamassana. Uusien juu-
rien kasvu oli voimakasta aina elokuun puolivälissä (12.8.)
aloitettuun testikertaan saakka (kuva 3). Sen jälkeen tapahtui
jyrkkä pudotus. Seuraavan vuoden toukokuussa (normaalia
kevätistutusta vastaava tilanne) juurtumiskyky oli syyskuun tasol-
la eli noin 15–20 % heinäkuun ja elokuun alun arvoista.

Myös pienemmissä paakuissa kasvatetuilla taimilla (Plantek 64
F, paakun tilavuus 110 cm³, kylvö 10.5.) toteutettiin vastaava koe,
mutta vain kylvökesän osalta. Tässä kokeessa juurten kasvu heik-
keni väliaikaisesti jo heinäkuun puolivälissä, mutta elokuussa



Kuva 3. Keväällä (2.5.1996) kylvettyjen koivun paakkutaimien (Plantek 25) juurtumiskyky kasvihuoneessa ja luontaisessa päivänpituudessa. Juurtumiskyky määritettiin viikon välein 1.7.–30.9.1996 hiekalla täytettyihin ruukkuihin istutettujen 20 taimen kolmen viikon kasvatuksen aikana paakusta ulos kasvaneiden juurien kuivamassana. Pystyjana kuvaa 10 lohkon (lohkossa 2 tainta) keskiarvon keskivirhettä.



Kuva 4. Keväällä (10.5.1996) kylvettyjen ja kesällä viikon välein (2.7.–6.8.1996) taimitarhapellolle istutettujen koivun paakkutaimien (Plantek 64F) a) pituuskehitys kahden kasvukauden jälkeen sekä saman kylvöerän taimien b) pituus- (yhtenäinen viiva) ja läpimittakasvu (katkoviiva) sekä c) juurtumiskyky kolmen viikon kasvihuoneessa kasvatuksen jälkeen. Kasvihuonetestit perustettu viikon välein 26.6.–27.8.1996 (toetus ks. kuva 3). Pystyjana kuvaa 5 lohkon (ä 4 tainta) keskiarvon keskivirhettä.

juurtuminen hidastui selvästi (kuva 4).

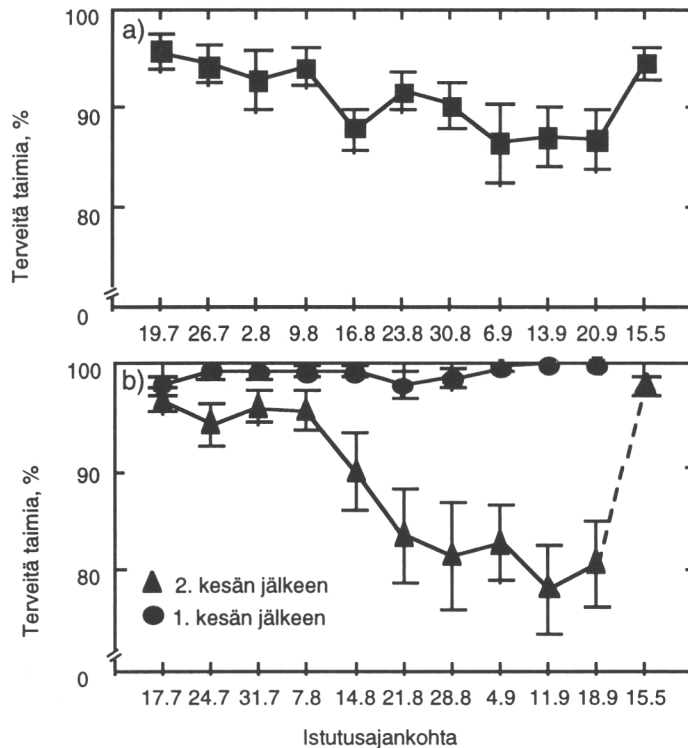
Juurtumiskyvyn kannalta paras istutusajankohta on keskikesä aina elokuun puoliväliin saakka. Juurtumiskykyä tutkittiin kasvihuoneolosuhteissa, joissa lämpötila ei laskenut +15 °C alapuolelle. Uusien juurten kasvu väheni kuitenkin selvästi elokuun puolivälin jälkeen. Tämä merkinnee sitä, että Ballin (1987) ilmoittama +7 °C maan lämpötilaraja ei yksin selitä lehtipuilla juurtumisen hidastumista syksyllä, vaan valo-olosuhteilla ja taimien omalla kasvurytmillä on oma merkityksensä kasvun hidastumiseen.

Tuloksia kesäistutuskokeista

Vuonna 1995 perustettiin viisi koeluetta taimitarhapelloille Pohjois- ja Itä-Savossa. Jokaiselle kohteelle istutettiin 12 tainta 6 lohkoon viikon välein heinäkuun puolivälistä (viikko 29) syyskuun puoliväliin (viikko 38), vertailuerä istutettiin keväällä 1996. Toinen vuositoisto perustettiin vuotta myöhemmin samoin koearjestytyin. Taimien pituus mitattiin heti istutuksen jälkeen sekä jokaisen kasvukauden lopussa (istutussyksy, 1. ja 2. syksy istutuksen jälkeen). Läpimitta mitattiin jokaisen kasvukauden loputtua. Mittausten yhteydessä inventoitiin myös mahdolliset taimituhot.

Kesällä 1995 istutetuilla kohteilla istutusviikkojen välillä ei

Kuva 5. Terveiden kesällä a) 1995 ja b) 1996 istutettujen koivun paakkutaimien osuus kolmanteena (a) tai toisena (b) istutuksen jälkeisenä syksynä. Alakuvassa (b) myös istutussyksyn tilanne. Koetta koskevat selitykset ks. Kuva 6.

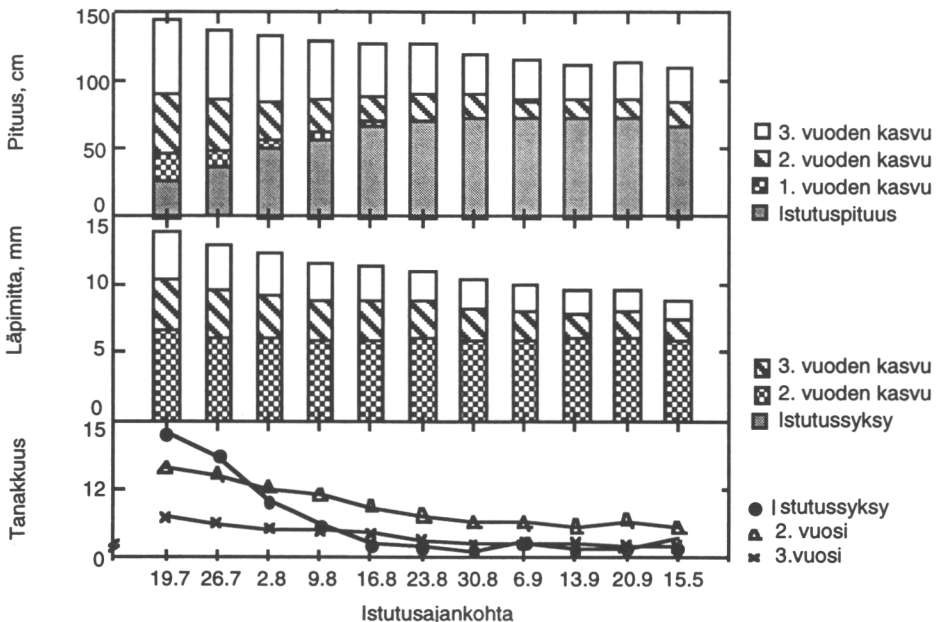


Kuva 6. Kasvukaudella 1995 neljälle taimitarhapellolle istutettujen taimien a) pituus- ja b) läpimittakehitykset sekä c) tanakkuus [(läpimitta x 100)/pituus] kolmen kasvukauden jälkeen. Taimia istutettiin viikoittain 19.7–20.9. välisenä aikana sekä vertailuerä seuraavana keväänä (15.5.). Taimien pituus mitattiin istutettaessa ja syksyisin, läpimitta vain syksyisin. Jokainen pylväs on 4 kohteelta mitatun 6 lohkon keskiarvo (eli havaintoja 4 x 6). Yksi kohde poistettu lähes 100 %:n jänistuhon seurauksena.

ollut selviä eroja kuolleisuudessa (kuva 5a). Yleisimpiä tuhoaiheuttajia olivat jänikset ja myyrät. Versolaikkutautia esiintyi vain vähän. Sen sijaan toisena vuonna istutuksen jälkeen elokuun alun jälkeen istutetuilla taimilla terveiden taimien osuus laski sitä voimakkaammin, mitä myöhemmin syksyllä ne oli istutettu (kuva 5b). Merkittävimmäksi tuhoaiheuttajaksi määritettiin versolaikkutauti.

Kesällä istutettujen taimien pituus- ja läpimittakasvu oli seuraavan kasvukauden aikana selvästi voimakkaampaa kuin nykyisen käytännön mukaisesti keväällä istutetuilla taimilla (kuva 6). Vaikka heinä-elokuussa istutetut taimet olivatkin lyhyempiä ensimmäisen kasvukauden lopussa, seuraavan kasvukauden aikana ne ottivat eron kiinni ja menivät jopa ohi keväällä istutetuista taimista. Juurten kasvu istutuskesänä (juurtumiskyky, kuva 3, kuva 4) näyttäisi selittävän hyvin taimien seuraavan kesän pituuskasvua. Kahden kokonaisen kasvukauden kuluttua istutuksesta taimet olivat sitä pitempiä, mitä aikaisemmin kesällä ne oli istutettu. Keväällä istutetut taimet olivat lyhyimpiä ja ohuimpia.

Verrattaessa keskikesän ja loppusyksyn tai kevään istutuksia nähdään, että taimet olivat tyviläpimitaltaan sitä paksumpia suhteessa pituuteen (tanakkuus), mitä aikaisemmin taimet oli istutettu (kuva 6). Kesällä istutettujen taimien tanakkuus indikoi, että taimilla on jo istutuksen jälkeisenä keväänä laajat vahvat juuristot, joiden turvin ne voivat hyödyntää maan kosteuden ja ravinteet alkukesän aikana keväällä istutettavia taimia paremmin. Keväällä istutettavat



taimethan joutuvat ensin kasvattamaan lehtiä ennenkuin juurtenkasvu on mahdollista (Ritchie ja Dunlop 1980, Rikala 1996). Tämän vuoksi keväällä istutettujen taimien juurtenkasvu paakusta ulos ympäröivään maahan on hidasta hyvistä kasvuolosuhteista huolimatta. Vaikka tanakkuuserot pienenevät myöhemminä kasvu-kausina, ovat aikaisemmin istutetut taimet vielä kahden kasvukauden jälkeenkin tanakampia kuin kevätistutetut taimet.

Yhteenvetona tuloksista voidaan todeta, että istutettaessa taimia kylvövuoden kesällä, heinäkuun puolivälissä istutetut taimet huolellisesti istutettuina kasvavat paremmin seuraavana kesänä. Taimitarhapelloille perustetut kokeet eivät kerro koko totuutta tuhoriskeistä. Luotettavampia tuloksia on saatavissa muutaman vuoden kuluttua kesän 1997 aikana käytännön pellonmetsitys- ja metsänviljelykohteille perustetuista maastokokeista. Näiden kaikkien kokeiden perusteella voidaan jo melko hyvin kartoittaa kesäistutukseen liittyviä riskejä.

Kesäistutukseen liittyviä riskitekijöitä

Kesäistutusaajan edullisuutta kevääseen verrattuna selittää osin se, että sekä juurten kasvupotentiaalin huippu että juurten kasvulle optimaaliset maan lämpöolot ajoittuvat samaan ajankohtaan heinä-elokuussa. Uusien juurien kasvu on voimakkaasti riippuvainen kasvualustan lämpötilasta (Vapaavuori ym. 1992). Kesäistutusta ajatellen korkea lämpötila ja siihen kesäaikana liittyvä kuivuus ovat myös riskitekijöitä. Heinä-elokuussa istutettavat taimet ovat aktiivisesti kasvavina ja yhteyttävinä alttiimpia kuivuudelle kuin keväällä lehdettöminä istutettavat taimet. Toisaalta heinäkuun alkupuolella haihduntatarve alkaa pienetä ilman kosteuden lisääntyessä ja öiden pidentyessä. Elokuussa myös sadanta ylittää keskimäärin haihdunnan (mm. Rikala 1996). Näin taimien juurtumiselle muodostuu suotuisat olosuhteet. Onnistuakseen kesäistutus on tehtävä ajankohtana, jolloin ilman ja maan lämpötilat ovat riittäviä, mutta maa ei ole liian kuiva taimien vedenottoa ja juurtumista ajatellen. (Koivun paakkutaimien kuivuudensietokyvystä artikkeli jäljempänä tässä julkaisussa).

Kuivuuden lisäksi kesäistutuksiin liittyy mekaanisten voitusten riski varsinaisessa istutustyössä. Kesällä koivun taimien kuori on pehmeämpi ja herkempi kuin keväällä osittain vielä lepotilassa olevien taimien kuori. Kesällä 1997 perustettujen kokeiden yhteydessä tarkasteltiin myös istutettujen taimien kuorivoitoksia. Alustavien tulosten mukaan säkityksen, kuljetuksen ja istutuksen yhteydessä ei kuorivoitoksia syntynyt merkittävässä määrin. Lisäksi voitukset olivat taimien kannalta merkityksettömiä. Vakavat kuorivoitukset saattavat edesauttaa erilaisten tautia aiheuttavien

sienien tunkeutumista taimiin (Lilja 1996).

Kesän 1996 taimitarhapellolle perustetuissa lyhytpäiväkäsitteltyjen taimien istutusajankohtaa selvittämissä kokeissa ilmeni, että kesällä istutetut pienet, lyhytpäiväkäsitteltyt taimet olivat alttiita nisäkästuhoilta. Ero oli selvä samanaikaisesti istutettuihin kookkaampiin käsittelemättömiin taimiin verrattuna. Kasvukauden aikaiset jänistuhot olivat selvästi yleisempiä, mitä aikaisemmin (ts. lyhyempinä) taimet oli istutettu (sekä lyhytpäiväkäsitteltyt että käsittelemättömät taimet). Varsinaisissa istutusajankohdakokeissa ei ilmennyt merkittäviä eroja nisäkästuhossa eri viikkoina istutettujen taimien välillä, vaan taimia oli syöty satunnaisesti istutusajankohdasta riippumatta.

Myös taimihuollon kannalta kesäistutukset ovat kevätistutuksia hankalampia ja suurempaa huolellisuutta vaativia. Lehdessä olevat taimet haihduttavat lehdettömiä enemmän, joten taimien kastelu vaatii suurta huolellisuutta ja tarkkuutta. Suurempien taimimäärien kuljettaminen säkeissä ei onnistu, vaan lehdellisten, kasvavien taimien kuljetukseen olisi käytettävä muita menetelmiä. Kuljetuksen onnistumista konteissa havupuiden tapaan tai laatikoissa selvitetään kasvukauden 1998 aikana.

Kasvukaudella 1997 kesällä istutettujen taimien pakkaskestävyyttä verrattiin taimitarhalla edelleen kasvaneisiin taimiin. Kokeissa ei havaittu eroja tarhalla olevien ja istutettujen taimien välillä, joten aikaisten syyshallojen aikana taimet saattavat vaurioitua.

Kesäistutuksella saavutettavia etuja kevätistutukseen verrattuna

Kesäistutuksella voidaan saavuttaa monia etuja kevätistutukseen verrattuna. Nykyisin valtaosa istutuksista tehdään keväisin, mutta jonkin verran istutuksia tehdään myös elokuun lopulla ja syyskuussa. Tämä merkitsee sekä taimitarhoille että istutuksesta huolehtiville varsin kiireistä aikaa etenkin keväisin. Jos osa taimista voitaisiin lähettää metsään jo kylvökesänä, pystyttäisiin työruuhkia tasoittamaan koko kasvukauden ajalle. Lyhyempi kasvusaika lisää myös taimituotannon joustavuutta ja taimia voitaneen tuottaa entistä lyhyemmällä tilausajalla.

Koko metsänviljelyketjua ja sen kustannuksia ajatellen kesäistutuksiin menevät taimet tulevat olemaan taimitarhakustannuksiltaan edullisempia kuin kevätistutuksiin menevät taimet. Kesäistutuksiin tarkoitettujen taimien tavoitekoko voi olla nykyistä pienempi ja ne voidaan kasvattaa pienemmissä paakuissa kuin kookkaammat kevätistutuksiin tarkoitettut taimet (kuva 4), jolloin nykyinen koivun paakutaimien runsas tilantarve vähenisi. Kun

taimet istutetaan jo ensimmäisenä kasvatuskesänä, ei näitä taimia varten tarvita talvivarastointitilaa. Myös loppukesän kasvatus-toimenpiteet jäävät pois.

Yhteenveto

Koivun taimien kesäistutus vaikuttaa lupaavalta vaihtoehdolta työhuippujen tasaamiseen ja hinnaltaan edullisempien koivun taimien tuottamiseen. Kesällä istuttamisen etuna keväällä tai syksyllä istuttamiseen on, että taimet juurtuvat nopeasti aikaansaaden hyvin menestyviä koivun taimikoita. Toistaiseksi tutkimuksissa ei ole ilmennyt tekijöitä, jotka asettaisivat kyseenalaiseksi kesäistutusten onnistumisen, edellyttäen, että taimien pakkaus, kuljetus ja muu taimihuolto hoidetaan huolellisesti ja taimet istutetaan koivulle soveltuville alueille. Tärkeää on myös kiinnittää huomiota istutusajankohdan sääoloihin: taimia ei kannata istuttaa kuivan jakson jatkuttua pitkään ja maan ollessa hyvin kuiva.

Kirjallisuus

- Ball, J. 1987. Influence of fall planting dates on the survival and growth of *Taxus*, *Thuja*, and *Viburnum* species. *HortScience* 22(6): 1289–1290.
- Lilja, A. 1996. Versolaikkujen ja värivikojen aiheuttajat koivun taimilla. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 2: 157–161.
- Metsänviljelyopas. 1993. Metsäteho. 25 s.
- Rikala, R. 1996. Koivun paakkutaimien juurten kasvupotentiaali ja istutusajankohta. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 2: 91–99.
- Ritchie, G. A. & Dunlop, J. R. 1980. Root growth potential: Its development and expression in forest tree seedlings. *New Zealand Journal of Forest Science* 10(1): 218–248.
- Vapaavuori, E. M., Rikala, R. & Ryyppö, A. 1992. Effect of root temperature on growth and photosynthesis in conifer seedlings during shoot elongation. *Tree Physiology* 10: 217–230.

Ennakkotuloksia koivun lehdellisten paakkutaimien kuivuudensietokyvystä

Mika Salminen

Yleistä

Koivuntaimien istutusajankohtaa valittaessa on pidetty tärkeänä turvata taimien vedensaanti lehtien kasvaessa ja haihdunnan lisääntyessä. Koivun istutus onkin perinteisesti tehty keväällä taimien ollessa lepovaiheessa, jolloin silmut eivät ole vielä auenneet eikä kasvu käynnistynyt. Kevät ei kuitenkaan ole taimien juurtumiselle kaikkein parasta aikaa, vaan parhaat olosuhteet ovat kesäkesän jälkeen, heinäkuun lopulla – elokuun alussa. Maa on silloin lämmin, mutta haihdunta alkaa runsaamman sadannan ja päivän lyhenemisen seurauksena vähentyä (Luoranen ym. 1998).

Keväällä kylvettyjen ja samana kesänä istutettujen paakkutaimien juurten kasvu onkin voimakkainta heinäkuun puolessa välissä (Rikala 1996, Luoranen ym. 1998). Kesäistutusta puoltaa myös tutkimustulokset taimien kasvusta istutusta seuraavana vuonna. Edellisenä kesänä istutetut taimet pystyvät laajemman juuristonsa turvin hyödyntämään alkukesän kosteuden paremmin kuin samana keväänä istutetut taimet. Riskitekijänä kesäistutuksissa on kuitenkin lehdellisten taimien suuri haihdunta ja paakun pieni vesivarasto. Kesällä lehdellisinä istutettavien koivun paakkutaimien kuivuudenkestävyydestä ei ole riittävästi tietoa taimikuljetuksia, varastointia ja istutusta varten. Tutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa paakun ja toisaalta istutusalueen kuivuuden vaikutuksista lehdellisten koivujen juurtumiseen, kasvuun sekä elossaoloon.

Menetelmät

Taimien kuivuudensietokoe toteutettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusasemalla kasvukaudella 1997. Taimimateriaalina kokeissa käytettiin alueelle suositellusta siemenviljelysiemenestä (Sv 379) Blockplant 64 taimiarkeissa (paakun tilavuus 154 cm³ ja kasvatustiheys 426 kpl/m²) kasvatettuja rauduskoivun (*Betula pendula*) taimia. Taimet kylvettiin 22. huhtikuuta ja

koulittiin 5. toukokuuta. Koetta istutettaessa heinäkuun alkupuolella (7.–11.7.) taimien keskipituus oli 35 cm ja juuristo niin kookas, että juuripaakku pysyi koossa.

Koe aloitettiin kuivattamalla alussa läpimäriksi kasteltuja paakkuja taimiarkeissa kahdeksaan ennalta määriteltyyn paakun vesipitoisuuteen. Taimiarkit kuivatettiin kasvihuoneessa, jonka lämpötilaa ja ilmankosteutta mitattiin termohygrografilla. Taimiarkkien kuivumista seurattiin päivittäisin punnituksin. Paakkujen vesipitoisuus ja kuivumisnopeus laskettiin arkkikohtaisista painoista. Näin laskettuna paakkujen kuivatuksen jälkeiset kosteudet vaihtelivat seuranta-arkeissa 10 %:sta 65 tilavuus-%:iin. Istutuksen yhteydessä tehtyjen taimikohtaisten punnitusten jälkeen todettiin, että paakkujen kosteudet vaihtelivat 10 %:sta 86 %:iin. Taimiarkin sisällä oli yksittäisten paakkujen välillä huomattavaa vaihtelua ja osa paakuista oli kuivunut runsaasti suunniteltua kuivemmiksi.

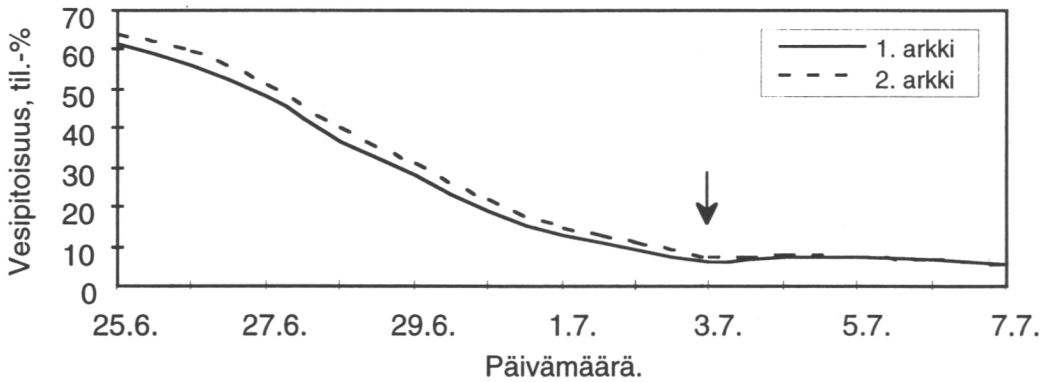
Kuivatusjakson jälkeen taimet, yhteensä 240 kpl, istutettiin hienoon hiekkamaahan muovikatoksen alle viiteen kuivaan ja viiteen kosteaan ruutuun. Katoksen alle istuttamalla pyrittiin välttämään sateen vaikutus. Kosteita ruutuja kasteltiin (12 mm/kerta) kaksi kertaa viikossa, yhteensä kahdeksan kertaa, ja kuivia vain kaksi kertaa neljän koeviikon aikana. Kuhunkin ruutuun istutettiin 25 cm:n välein kolme taimea jokaisesta (8) paakun kosteuskäsittelystä eli yhteensä 24 taimea. Taimet istutettiin ruutuihin satunnaisesti järjestykseen.

Istuttamisen yhteydessä mitattiin taimen+istutuspaakun paino, taimen alkupituus sekä taimen läpimitta. Istutusmaan sekä paakun vesipitoisuuden muutoksia seurattiin TDR-mittarilla. Istutuksen jälkeen taimista mitattiin kerran viikossa pituus ja määritettiin silmämääräisesti kunto. Koe kesti neljä viikkoa, jonka jälkeen määritettiin taimien kuolleisuus, loppupituus sekä läpimitta. Tämän jälkeen taimet nostettiin ja paakusta uloskasvaneiden juurien kuivamassa punnittiin.

Koejakson aikana (7.7.–15.8.) ilman lämpötila vaihteli 12–24 °C:n välillä. Kylmintä oli ensimmäisen viikon aikana, jonka jälkeen lämpötila nousi ennen kokeen puoliväliä. Koejakson aikainen keskilämpötila oli 19 °C.

Tuloksia

Taimiarkkien kuivuminen oli kokeen alussa hidasta mutta lämpötilan noustessa ja ilman suhteellisen kosteuden laskiessa se nopeutui voimakkaasti. Kuivatusjakson puolenvälin jälkeen taimia jouduttiin kertaalleen kastelemaan, jotta ne eivät kuivuisi liikaa ennen istuttamista (kuva 1). Viimeisten viiden päivän aikana kuivuminen hidastui mm. suhteellisen ilmankosteuden lisääntyessä ja paakkujen kuivuessa.



Kuva 1. Päivittäin punnitsemalla määritetty taimiarkkien (kaksi seuranta-arkkia) kuivuminen kasvihuoneessa ennen taimien istutusta. Nuoli osoittaa ajankohdan, jolloin taimiarkit jouduttiin kastelemaan liikkakuvumisen välttämiseksi.

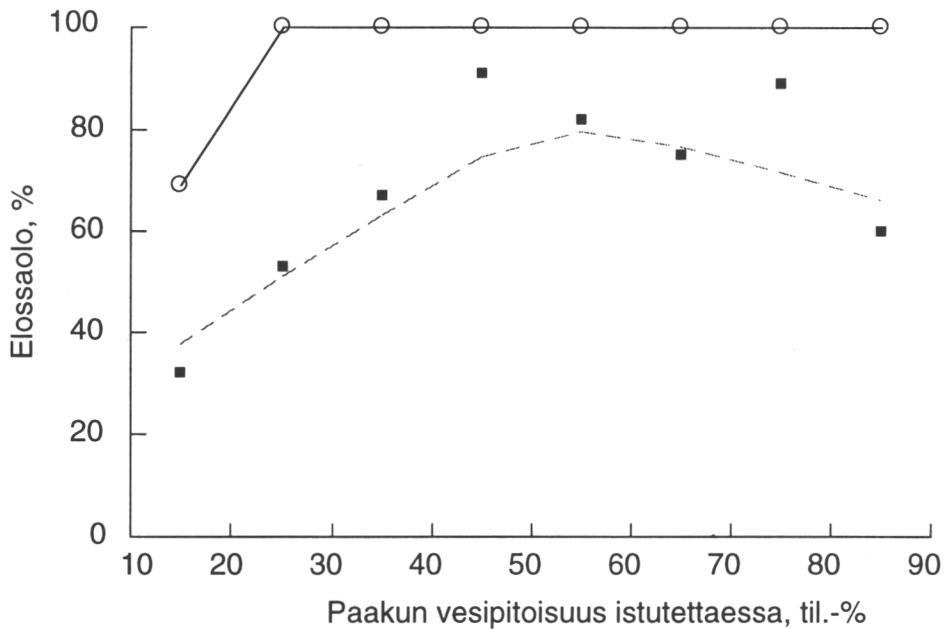
Istutusmaan sekä paakun kosteuden vaikutus taimien elossapysymiseen ja juurtumiseen tuli selvästi ilmi kokeen aikana. Kosteissa istutusruuduissa (vesipitoisuus 6–10 til.-%) taimien elossaolo laski jyrkästi vasta paakun kosteuden alittaessa 25 til.-% (kuva 2). Kuivissa ruuduissa (maan vesipitoisuus 3–7 til.-%) taimien elossaolo oli paakun istutuskosteudesta riippuen 20–50 %-yksikköä alhaisempi kuin kosteissa ruuduissa ja se laski voimakkaasti paakun vesipitoisuuden alittaessa 45 til.-% .

Taimien juurtumista kuvaava uusien, paakusta istutusmaahan kasvaneiden juurien massa vaihteli voimakkaasti erityisesti kuivissa ruuduissa (kuva 3). Kosteissa ruuduissa kasvaneilla taimilla keskimääräinen uusien juurien massa vaihteli 150–220 mg:n välillä ja oli suurimmillaan, kun paakun vesipitoisuus oli 25 til.-%. Kuivissa ruuduissa suurin keskimääräinen uusien juurien massa, noin 150 mg, oli noin 40 til.-%:n paakun vesipitoisuudessa.

Tulosten tarkastelu

Lehdellisinä istutettavat taimet ovat aktiivisesti kasvavina ja yhteyttävinä alttiimpia kuivuudelle kuin keväällä lehdettöminä istutetut taimet. Kuljetuksen ja varastoinnin aikana taimen veden saanti saattaa heiketä ja haihduntapaine kasvaa, jolloin paakku kuivuu. Paakut kuivuivat samassakin arkissa eri nopeudella, joten hyvän istutustuloksen aikaansaamiseksi taimet tulisikin kastella sekä suojata hyvin ennen kuljetusta ja kastella taimia riittävästi välivarastossa.

Taimien pituus ja läpimitta kasvoivat hyvin vähän istutuskokeen (4 vko) aikana, vaikka kasvukausi oli kiihkeimmillään. Selityksenä oli veden puute. Istutuksen jälkeen paakun niukat vesi- ja myös ravinnevarat käytetään uusien juurien kasvattamiseen muun kasvun kustannuksella (Larcher 1983). Taimen vesitalouden parantumisessa myös verson kasvu lähtee jälleen käyntiin.

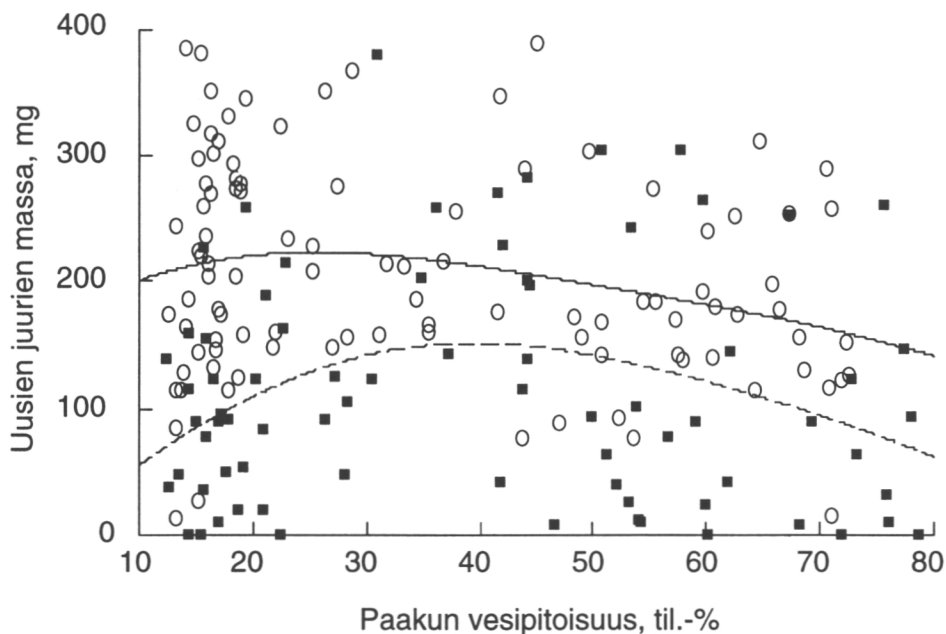


Kuva 2. Taimien elossaolo neljän viikon koejakson jälkeen paakun vesipitoisuuden mukaan luokiteltuna. Avoin ympyrä ja yhtenäinen tasoitusviiva = kostea kasvualusta, musta neliö ja katkoviiva = kuiva kasvualusta.

Taimen vesipotentiaalin laskiessa alkaa taimessa ilmetä ulkoisia kuivumisen merkkejä, kuten lehtien kellastumista sekä varisemista. Myös yhteyttäminen hidastuu ja sen seurauksena kasvu heikkenee. Pitempään jatkuessaan kuivuminen johtaa lopulta taimen kuolemaan (Kozłowski, 1979).

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan koivun lehdellisten paakutaimien kuivuudensietokyky oli yllättävän hyvä. Taimi saattoi olla istutettaessa lakastunut ja lähes lehdetön, selvästi kuivuuden vaivaama, mutta siitä huolimatta se kasvatti uusia lehtiä ja aloitti kasvun pian istuttamisen jälkeen. Elpymisen edellytyksenä on lämmin kasvualusta sekä riittävä maan kosteus. Kasvualustan lämpötilaa ei tässä tutkimuksessa mitattu, mutta se oli lämpimän sääjakson aikana varmasti riittävä. Maan kosteus pyrittiin pitämään samanlaisena koko kokeen ajan.

Kokeessa kävi ilmi, että paakun istutuskoisuuden kasvattaminen lähelle paakkukapasiteettia juuri ennen istutusta on turhaa, joskaan ei haitallista (kuva 2). Taimet pysyivät elossa kosteissa ruuduissa vielä paakun vesipitoisuuden ollessa 25 % ja kuivissa ruuduissa korkein eloonjääminen oli 45 %:n vesipitoisuudessa. Täysin märkien paakkujen runsaat vesivarat ilmeisesti imeytyvät istutusmaahan pian istutuksen jälkeen, koska paakun ja maan kosteusero pyrki istutuksen jälkeen tasoittumaan. Taimen istutuspaakun sekä istutusruudun kosteudella oli suuri merkitys taimien elossa pysymiseen sekä menestymiseen. Vain nopea juurtuminen istutusmaahan takaa taimille riittävän veden ja ravinteiden saannin.



Kuva 3. Paakusta uloskasvaneiden uusien juurien massan riippuvuus paakun vesipitoisuudesta istutettaessa neljän viikon koejakson jälkeen. Yksi piste edustaa yhtä tainta. Avoin ympyrä ja yhtenäinen tasoitusviiva kuvaa kostealle kasvualustalle ja musta neliö ja katkoviiva kuivalle kasvualustalle istutettuja taimia.

Yhteenveto

Lehdellisten koivun taimien selviytymiseen vaikuttaa ratkaisevasti taimihuollon huolellisuus. Kuivalla istutusludalla elossaolon kannalta paakun kriittiseen 45 %:n vesipitoisuuteen taimet kuivuivat 2–3 päivässä. Kosteissa ruuduissa taimien elossaolo laski jyrkästi vasta vajaan viikon kuivatuksen jälkeen paakun vesipitoisuuden laskiessa alle 25 %:n. Kuivatus toteutettiin tuulettomassa kasvihuoneessa, joten luonnonoloissa kuivuminen olisi nopeampaa. Taimien varastointi tavallisessa, sateettomassa kesä-säässä ilman kastelua kuivattaa paakun muutamassa päivässä kriittiseen vesipitoisuuteen. Taimet näyttävät kuitenkin sietävän melko voimakastakin lyhytaikaista kuivumista, kunhan maankosteus pysyy riittävänä.

Kirjallisuus

- Kozłowski, T.T. 1979. Tree growth and environmental stresses. Seattle & London. Univ. of Washington Press.
- Larcher, W. 1983. Physiological plant ecology. Berlin, Heidelberg, New York, Tokio. Springer-Verlag.
- Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 1998. Koivun paakutaimien kesäistutus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696:57–65
- Rikala, R. 1996. Koivun paakutaimien juurten kasvupotentiaali ja istutusjankoha. Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja 2:91–99.

Lyhytpäiväkäsiteltyjen kuusen paakkutaimien syysistutus

Antti Rantanen ja Jaana Luoranen

Johdanto

Suomessa havupuita on perinteisesti istutettu keväällä ennen taimien kasvuunlähtöä, jolloin kuljetuksesta ja istutuksesta mahdollisesti aiheutuvat vauriot on pystytty minimoimaan. Istutuksia on jatkettu toukokuun alkupuolelta pitkälle kesäkuuhun kevään sääoloista ja työvoimatilanteesta riippuen. Metsänviljelyyn käytettävän työvoiman vähetessä on kuitenkin syntynyt paineita istutuskauden pidentämistä kohtaan. Optimaalinen istutusajankohta maan lämpenemisen ja taimien kasvuunlähdön välillä jää keväällä kuitenkin varsin lyhyeksi. Toukokuussa maan lämpötilat jäävät yleisesti juurten kasvuun välttämättömän kynnyslämpötilan (8–12 °C) alapuolelle, jolloin juurten kasvu estyy (Vapaavuori ym. 1992). Juuristonkasvun ekologisesti optimaalinen lämpötila istutuksen jälkeen on jopa 20–25 °C ja vakiintuneilla taimilla 15–20 °C (Söderström 1974). Kesä- ja syysistutus saattaisikin olla vaihtoehto metsänviljelyn työhuippujen tasaajana. Ongelmia aiheuttaa kuitenkin kuusen taimien pituuskasvun jatkuminen pitkälle syksyyn. Vaillinaisesti talveentuneet taimet saattavat heikosti puutuneina vaurioitua istutuskäsittelyssä ja altistuvat alkusyksyn halleille. Tämän takia taimien pituuskasvu olisi saatava loppumaan hyvissä ajoin ennen istutusta.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu fotoperiodin olennaisesti vaikuttavan kuusen taimien pituuskasvun päättymiseen, jolloin tietyn kriittisen päivänpituuden alittaminen johtaa kasvun loppumiseen (mm. Vaartaja 1951). Tämä mahdollistaa kuusen taimien pituuskasvun pysäyttämisen ja karaistumiskehityksen jouduttamisen päivänpituutta lyhentämällä (Rosvall-Åhnebrink 1977, 1980, 1982, 1990, Colombo ym. 1982, Dormling ja Lundkvist 1983). Kasvun päättymiseen ja päätesilmun muodostumiseen tarvittavat kriittiset yön pituudet vaihtelevat puiden alkuperän mukaan siten, että pohjoisilla alkuperillä pituuskasvun lopettava yön pituus on lyhyempi kuin eteläisillä alkuperillä. Myös siirryttäessä merenpinnasta korkeammalla oleviin alkuperiin kriittinen yön pituus lyhenee (Vaartaja 1951). Juuriston kasvuun valojaksolla

ei ole havaittu olevan samanlaista vaikutusta kuin verson kasvuun (Perry 1971)

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka LP-käsittelyt kuusen (*Picea abies* (L) Karst.) paakkutaimet soveltuvat kesä- ja syysistutukseen. Lisäksi yritettiin määrittää huhtikuussa kylvetyille taimille sopiva LP-käsittelyn pituus ja ajankohta. Tässä kokeessa käytettiin kahta eri käsittelyajankohtaa, joilla kummallakin kerralla toteutettiin sekä kahden että kolmen viikon pituiset käsittelyt. Maastomenestymisen kannalta paras istutusajankohta eri käsittelyille pyrittiin selvittämään heinäkuun lopusta syyskuun loppuun tehdyillä istutuskokeilla.

Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Kasvatuskoe

Kasvatuskokeet tehtiin UPM-Kymmene Metsän Joroisten taimitarhalla (62° 11'N, 27° 52'E, 81 m mpy) kasvukaudella 1995. Tutkimuksessa käytettiin yksivuotiaita kuusen paakkutaimia, jotka olivat etelä-savolaista alkuperää. Kekkilä Oy:n keskikarkealla peruslannoitetulla ja -kalkitulla kasvuturpeella täytettyihin Lännen PS608-kennoihin kylvettiin 18.–19.4. 2 siementä/kenno. Taimet harvennettiin 17.–19.5. ja siirrettiin kasvihuoneesta ulos karaisukentälle 13.6. Muovihuonekasvatuksen aikana taimille annettiin kasteluveden mukana 9-Superex lannoitetta. Karaisukentällä taimia kasteltiin ja lannoitettiin normaalin taimikasvatuksen mukaisesti Puutarhan Y1 lannoitteella, PK-lannoitteella sekä 9- ja 10-Superex lannoitteilla. Kukin taimi sai hoitolannoitteena keskimäärin tyypeä 25 mg, fosforia 14 mg ja kaliumia 44 mg.

Taulukossa 1 on esitetty kasvatusvaiheessa taimille annetut päivänpituuskäsittelyt sekä niiden ajoittuminen. Jokaisessa lyhytpäivä (LP)-käsittelyssä päivänpituus lyhennettiin kahdeksaan tuntiin (Rosvall-Åhnebrink 1977) levittämällä käsin pimennyskehikon päälle musta valoa läpäisemätön polyesterikangas kello 16.00 ja poistamalla se kello 8.00. Valon pääsy kankaan alle estettiin laittamalla kehikon pätyihin musta kaksinkertainen muovi.

LP-käsittelyn vaikutusta taimien pituuskehitykseen seurattiin mittaamalla viikoittain 40 tainta/käsittely ensimmäisen LP-käsittelyn alusta (12.7.) pituuskasvun loppumiseen saakka (27.9.). Samanaikaisesti seurattiin päätesilmujen muodostumista silmävaraisella arvioinnilla (0 = ei silmua, 1 = taimessa on silmu). Tämän lisäksi seurattiin taimien karaistumista viikoittain LP-käsittelyn alusta (11.7.) syyskuun loppuun määrittämällä taimien latvan vesipitoisuus Hulténin (1980) ja Luorasen (1997) kuvaamalla menetelmällä. Näytteet otettiin samoista satunnaisesti arvotuista 8 laati-

Taulukko 1. Käsittelyistä käytetyt lyhenteet, käsittelyiden ajoittuminen, niiden alkuun ja loppuun sekä kasvun päättymiseen mennessä kertyneet lämpösummat (d.d.).

| Käsittely | Käsittelyn ajankohta d.d. | Kasvun päättyminen d.d. |
|----------------|------------------------------|----------------------------|
| Heinä LP 2 | 10.7.–24.7. 827–1000 | 1000 |
| Heinä LP 3 | 10.7.–31.7. 827–1106 | 1000 |
| Heinä-Elo LP 2 | 24.7.–7.8. 970–1222 | 1180 |
| Heinä-Elo LP 3 | 24.7.–14.8. 970–1306 | 1180 |
| Vertailu | | 1196 |

kosta/käsittely. Jokaisesta laatikosta kerralla otetut viisi 2 cm:n latvapätkää yhdistettiin yhdeksi näytteeksi, jonka tuoremassa punnittiin. Näytteet kuivattiin 105 °C 24 h ja jäädytettiin eksikaattorissa ennen kuivamassan punnitusta. Taimien vesipitoisuus laskettiin jakamalla tuore- ja kuivamassan erotus tuoremassalla.

Istutuskoe

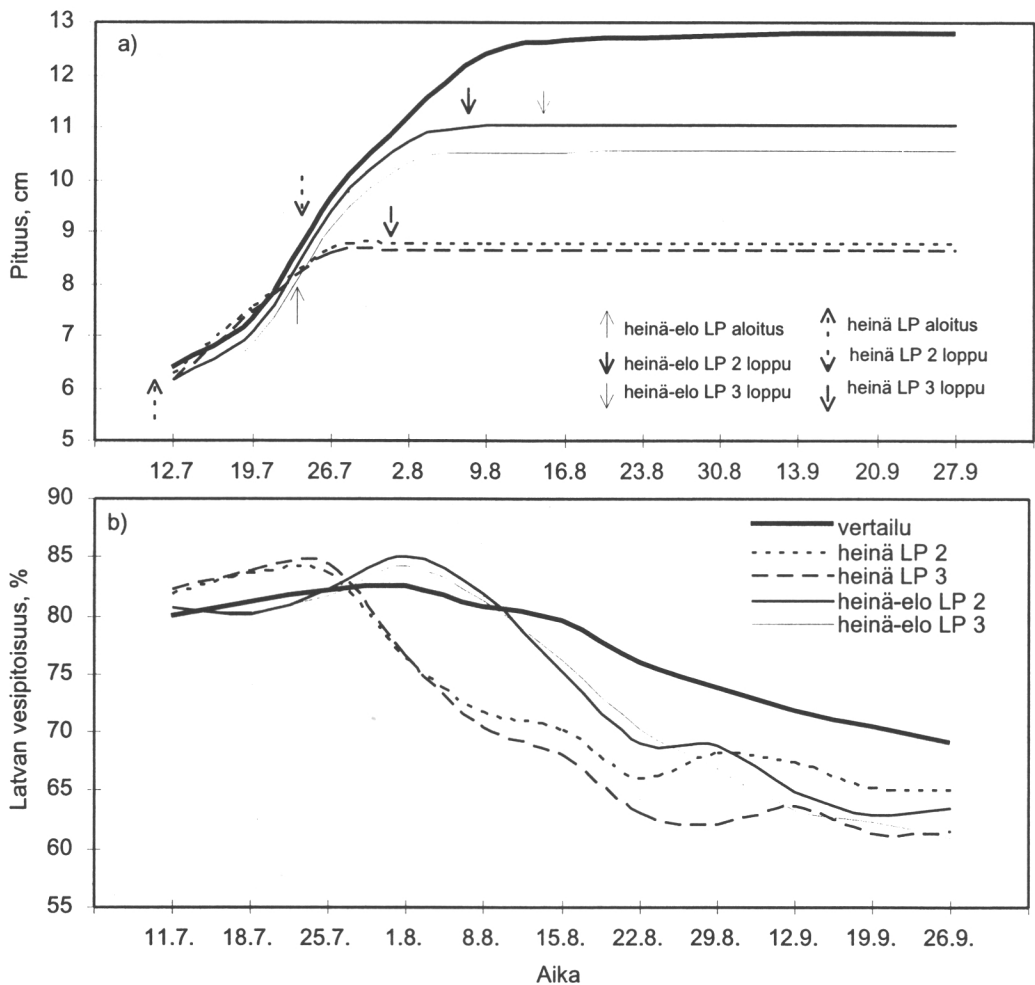
Istutuskoe perustettiin Joroisten kunnan Kerisalon kylään (62° 7'N, 27° 55'E, 105 m mpy) äestettyyn metsämaahan (metsätyyppi MT) loppukesästä 1995. Koealue jaettiin kokeessa 15 lohkokon, jotka muodostuivat neljästä 22,5 metriä pitkästä äestysurasta. Jokaiseen lohkokon istutettiin 0,75 metrin välein 5 tainta/käsittely/istutusaika. Vertailutaimia ja 10.7 aloitettujen LP-käsittelyjen taimia istutettiin 2 viikon välein 31.7.–26.9. välisenä aikana. Heinä-elokuussa LP-käsittelyjen taimien istutukset aloitettiin 14.8. Lisäksi seuraavana keväänä (21.5.) istutettiin luontaisessa päivänpituudessa kasvatettuja vertailutaimia.

Taimien pituus mitattiin 0,1 cm:n tarkkuudella heti istutuksen jälkeen sekä uudelleen toisen kasvukauden jälkeen. Taimituhot inventoitiin keväällä ja pituusmittausten yhteydessä syksyllä 1996. Istutuksen jälkeisenä keväänä seurattiin taimien silmunpukkeamista toukokuun alusta kesäkuun 5. päivään saakka.

Tulokset ja tarkastelu

Lyhytpäiväkäsittelyn vaikutukset taimitarhalla

Sekä nyt saadut että aikaisemmat tulokset (mm. Rosvall-Åhnebrink 1977, Eastham 1990, Hawkins & Draper 1991, Luoranen ym. 1994) osoittavat, että LP-käsittelyllä on mahdollista aikaistaa taimien pituuskasvun päättymistä ja karaistumista. Nyt tehdyissä kokeissa LP-käsitellyt taimet lopettivat pituuskasvunsa kahdesta



Kuva 1. Lyhytpäivä- (LP) käsittelyjen ja luontaisessa päivänpituudessa (vertailu) kasvatettujen kuusen paakkutaimien a) pituuskehitys ja b) latvan vesipitoisuusmuutokset kasvu-kaudella 1995. Taimet LP-käsiteltiin 10.–24.7. (heinä LP 2), 10.–31.7. (heinä LP 3), 24.7.–7.8. (heinä-elo LP 2) tai 24.7.–14.8. (heinä-elo LP 3). Kuviin on nuoliilla merkitty käsittelyjen alku- ja loppupäivämäärät.

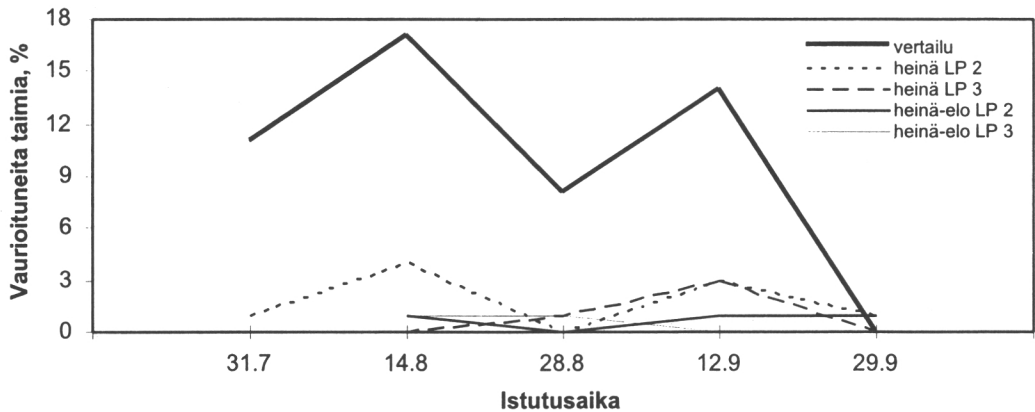
kolmeen viikkoon ennen vertailutaimia (kuva 1a) ja olivat näin aikaisemmin valmiita aloittamaan päätesilmun muodostamisen. Ensimmäisen, kaksi viikkoa kestäneen LP-käsittelyn taimille päätesilmu kehittyi noin kaksi viikkoa käsittelyn lopettamisesta, elokuun toisella viikolla ja kolme viikkoa käsitellyille taimille viikkoa myöhemmin. Jälkimmäisten käsittelyjen kaikkiin taimiin ja vertailutaimiin ei ehtinyt muodostua selvää päätesilmua syyskuun loppuun mennessä. Heinäkuun käsittelyiden taimet olivat luonnollisesti heinä-elokuun käsittelyiden taimia lyhyempiä (kuva 1a). Nämä taimet jäivät loppupituudeltaan alle 10 cm.

Yön pituuden lisäksi pituuskasvun loppumiseen vaikuttaa lämpösummakertymä (Koski ja Sievänen 1985). Kosken (1990) mukaan kasvukausi jakautuu versojen valoherkkyyden mukaan kolmeen vaiheeseen. Aktiivijakson alussa verso ei ole herkkä valojaksolle, mutta toisen vaiheen aikana kasvu päättyy hyvin pitkän yön (>12 tuntia) vaikutuksesta. Luonnossa verson herkkyys valojaksolle lisääntyy kolmannessa vaiheessa asteittain suhteessa lämpö-

summakertymään. Koska taimet lopettivat pituuskasvun jo ensimmäisen, 10.7. aloitetun LP-käsittelyn (yön pituus 16 tuntia, lämpösumma 827 d.d.) vaikutuksesta (taulukko 1), taimet olivat jo tällöin saavuttaneet toisen vaiheen. Näillä taimilla pituuskasvu päättyi 24.7., jolloin lämpösummaa oli kertynyt 1000 d.d. Jälkimmäisen LP-käsittelyn taimilla käsittely aloitettiin 24.7., jolloin niiden lämpösummakertymä oli 970 d.d. Kasvunsa nämä taimet lopettivat, kun lämpösummaa oli kertynyt 1180 d.d. Luontaisessa päivänpituudessa kasvatettujen taimien pituuskasvu päättyi vasta, kun lämpösummaa oli kertynyt 1196 d.d.

Dormlingin ja Lundkvistin (1983) mukaan kylvövuonna LP-käsittely voidaan aloittaa aikaisintaan heinäkuun puolivälissä. Tällöin käsittelyn olisi kuitenkin kestettävä vähintään kolme viikkoa jälkikasvun estämiseksi. Eastham (1991) suositteli tutkimustensa perusteella käytettäväksi vain kahden viikon pituisia käsittelyä. Hänen mukaansa viikon käsittely ei ole vielä riittävä estämään jälkikasvua ja jatkettaessa käsittelyä yli kaksi viikkoa saattaa rungon läpimitan ja juuristomassan kehitys vaarantua. Nyt suoritettussa kokeessa taimien pituuskasvu loppui jo kahden viikon pituisen LP-käsittelyn jälkeen kumpanakin käsittelyajankohtana (kuva 1a). Kuitenkin heinäkuun toisella viikolla aloitetun kahden viikon käsittelyn taimista osa aloitti kasvunsa uudelleen siirryttäessä takaisin normaaliin yön pituuteen. Samanlaista jälkikasvua ei kuitenkaan ollut havaittavissa heinäkuun lopun kahden viikon pituisessa LP-käsittelyssä.

Kasvit pystyvät kehittämään kylmänkestävyyttään sekä muodostamalla solukoihin jäänestoaineita että vähentämällä niistä veden määrää (Levitt 1980). Useissa aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu versojen kuiva-ainepitoisuuden kasvavan karaistumisen aikana (mm. Rosvall-Åhnebrink 1977, Luoranen ym. 1994). Tämä kuiva-ainepitoisuuden kasvu johtuu pääasiassa solukoissa olevan vapaan veden määrän vähenemisestä (Luoranen 1997). Tässä kokeessa pyrittiin selvittämään taimien karaistumista versojen latvan vesipitoisuuden seurannalla. Latvan vesipitoisuudella ei voida kuitenkaan määrittää taimien tarkkaa kylmänkestävyyttä, sillä eri puolajeilla ja jopa eri alkuperillä kylmänkestävyyden ja vesipitoisuuden välinen riippuvuus vaihtelee (Luoranen 1997). Sen sijaan taimien karaistumiskehityksen seurantaan vesipitoisuusmittaukset soveltuvat erinomaisesti (Toivonen ym. 1989, Calme ym. 1993, Luoranen ym. 1994). Tässä tutkimuksessa LP-käsittelyjen taimien vesipitoisuudet olivat aluksi vertailutaimia korkeampia, mutta kuitenkin jo ennen käsittelyjen loppumista ne alkoivat laskea jyrkästi (kuva 1b). Kahden viikon jälkeen LP-käsittelyjen taimien vesipitoisuudet laskivat vertailutaimien arvojen alapuolelle ja pysyivät huomattavasti matalampina kasvukauden loppuun saakka.

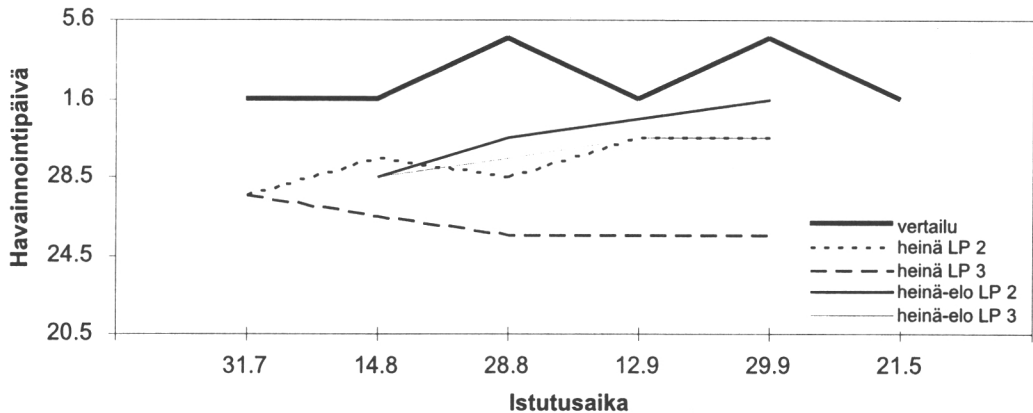


Kuva 2. Vaurioituneiden ja kuolleiden taimien yhteenlaskettu osuus (%) kaikista 31.7.–29.9.1995 kahden viikon välein istutetuista taimista (istutusaika vaakakselilla), kun tuhot inventoitu toukokuun puolivälissä 1996. Lyhenteiden selitykset tarkemmin kuvassa 1.

Taimien istutuksen jälkeinen kehitys

Keväällä 1996 vertailutaimissa oli enemmän vaurioita kuin LP-käsitellyissä taimissa (kuva 2). Havaitut tuhot olivat versojen ylimmän neljänneksen lieviä silmu- ja neulasvaurioita. Rosvall-Åhnebrink (1980) ja Tanaka (1974) havaitsivat syysistutuskokeissaan vertailutaimilla huomattavasti käsiteltyjä taimia enemmän pakkasvaurioita. Lisäksi Rosvall-Åhnebrinkin (1980) kokeissa vertailutaimien kuolleisuus oli käsiteltyjä taimia suurempi ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Neljännen istutusajankohdan (12.9.) muita hieman suuremmat tuhot saattavat selittyä heti istutusta seuranneilla hallaöillä. Pakkasta näinä neljänä hallayönä oli $-1 \dots -3 \text{ } ^\circ\text{C}$. Rosvall-Åhnebrinkin (1977) mukaan taimet ovat riittävän karaistuneita saavutettuaan 32–34 % kuiva-ainepitoisuuden (66–68 % vesipitoisuus). Ainakin taimitarhalla LP-käsitellyt taimet ehtivät saavuttaa ensimmäisiin halloihin mennessä tämän kriittisen raja-arvon (kuva 1b) ja säästyivät syksyn pakkasvaurioilta. Vertailutaimilla tämä raja saavutettiin vasta viimeiseen istutuskertaan mennessä (kuva 1b), jolloin tuhoja ei enää syntynyt käsittelemättömiinkään taimiin. Vertailutaimet saattoivat vaurioitua myös kuivuuden seurauksena. Toista (12.8.) ja neljättä (12.9.) istutuskertaa seurasi noin viikon mittainen sateeton jakso. Pakkas- ja kuivuusvauriot muistuttavat toisiaan, joten niiden sekoittaminen inventoinneissa on mahdollista. Koska vauriot oli havaittu toukokuun puolivälissä tehdyssä inventoinnissa, myös talvi- ja kevähallat vaurioiden aiheuttajana ovat mahdollisia.

LP-käsiteltyjen taimien pituuskasvu oli huomattavasti vertailutaimia parempi istutusta seuraavana kasvukautena (kuva 4). Tämä selittyy käsiteltyjen taimien aikaisemmalla silmujen puhkeamisella ja pituuskasvun jatkumisella pitemmälle syyskesään. Mitä aikaisemmin LP-käsittely oli aloitettu, sitä aikaisemmin taimien silmut puhkesivat istutuskesää seuraavana keväänä (kuva 3). LP-käsitellyillä taimilla istutusajankohta vaikutti myös kasvuunlähtöön



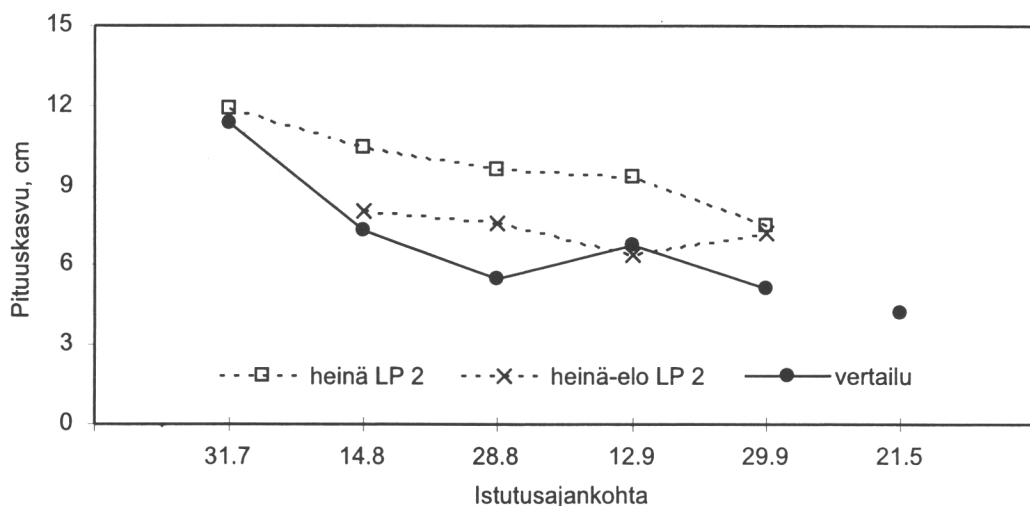
Kuva 3. Syksyllä 1995 istutettujen taimien (istutusaika vaaka-akselilla) silmun puhkeaminen istutusta seuraavana keväänä (havaintopäivä pystyakselilla). Silmun puhkeaminen on määritelty päivämääränä, jolloin 50 % kaikista havainnoituista silmuista on puhjennut. Lyhenteiden tarkemmat selitykset kuvassa 1.

aikaistaen silmujen puhkeamista. Luontaisessa päivänpituudessa kasvatettujen taimien istutusajankohdan siirtäminen loppukesästä myöhemmälle syksyyn viivästytti taimien silmunpuhkeamisen alkamista 3–7 vuorokautta, mutta päivämäärään, jolloin 50 % silmuista oli puhjennut, ei istutusajalla ollut vaikutusta (kuva 2). Vastavia tuloksia LP-käsittelyn vaikutuksesta seuraavaan kasvu-kauteen on saanut mm. Rosvall-Åhnebrink (1980).

LP-käsittelyn aikaistaminen lisäsi istutusta seuranneen vuoden kasvua (kuva 4). Myös Eastham (1991) sai samanlaisia tuloksia omissa kokeissaan. Heide (1974) perusteli LP-käsiteltyjen taimien seuraavan vuoden parempaa pituuskasvua silmunkehittymisajan lämpötiloilla. Hänen mukaansa korkeat lämpötilat päätesilmun muodostusvaiheessa ovat viileitä olosuhteita edullisemmat seuraavaa kasvukautta ajatellen.

Istutusajankohdan siirtäminen loppukesästä myöhemmälle syksyyn heikensi taimien istutuksen jälkeistä pituuskasvua (kuva 4). Adams ym. (1991) selittivät loppusyksyllä istutettujen taimien heikompaa kasvua alkusyksyn istutustaimia pienemmällä juuristolla ja alhaisemmilla hiilihydraattivarastoilla. Heidän mukaansa loppusyksyn istutustaimet kärsivät talven ankarista olosuhteista hyvin juurtuneita taimia enemmän, jolloin niiden pituuskehitys jäi alkusyksyllä istutettuja taimia heikommaksi. Ballin (1987) ja Adamsin ym. (1991) mukaan alkusyksyn paremmat istutustulokset johtuvat juuriston kasvua edistävästä korkeasta maalämpötiloista. Heidän mukaansa syysistutuksen onnistumiseksi maan lämpötilan täytyisi olla istutuksen jälkeen vähintään neljä viikkoa yli 7 °C.

Ensimmäisenä kasvukautena keväällä istutetut taimet kasvoivat syksyllä istutettuja taimia huonommin (kuva 4). Tämä selittyy pitkälti kevään ja alkukesän kylmillä säillä. Viileään maahan istutetut taimet eivät luultavasti pystyneet heti kasvattamaan vedenottoon tarvittavia uusia juuria haihdunnan kuitenkin ollessa jo



Kuva 4. Luontaisessa päivänpituudessa kasvatettujen ja kaksi viikkoa lyhytpäivä (LP) käsiteltyjen taimien pituuskasvu istutusta seuranneena kasvukautena (mitattu syyskuussa 1996). Kahden viikon välein tapahtuneen kesä- ja syysistutuksen (31.7.–29.9. 1995) lisäksi vertailutaimia istutettiin keväällä 1996 (21.5.).

voimakasta. Tästä ylimääräisestä istutusstressistä oli seurauksena taimien heikko pituuskasvu ensimmäisenä vuotena. Samanlaisia tuloksia sai myös Rikala (1996) rauduskoivun (*Betula pendula* Roth) paakkutaimilla tekemissään kokeissa. Folk ym. (1994) eivät havainneet syksyllä ja keväällä istutettujen taimien välillä eroja ensimmäisen vuoden pituuskasvussa, mutta totesivat kuitenkin syksyllä istutetuilla taimilla olevan paremmat kasvuedellytykset istutusta seuraavina kuivina kesinä. Heidän mukaansa syksyllä istutetuilla taimilla uudet juuret kehittyvät keväällä istutettuja taimia paremmin. Tämä mahdollistaa syksyllä istutettujen taimien tehokkaamman vedenoton heti kasvukauden alusta.

Tulosten sovellettavuus käytännön toiminnassa

Syysistutuksella on hyvät mahdollisuudet tasata työhuippuja niin taimitarhalla kuin maastossakin. Epäsuotuisina syksyinä kuitenkin aikaisten hallojen aiheuttamat tuhot voivat olla kohtalokkaita viljelyn onnistumiselle. Tämä voidaan estää LP-käsittelmällä taimet loppukesällä, jolloin taimien karaistumista on mahdollista aikaistaa 2–6 viikkoa LP-käsittelyajankohdasta riippuen. LP-käsittelyn negatiivisena puolena voidaan pitää kasvuunlähdon aikaistumista keväällä, jolloin ne altistuvat kevään halloille. Tätä riskiä voidaan kuitenkin pienentää siirtämällä käsittelyn aloittamista myöhemmälle loppukesään. Yleisohjeena voidaan pitää, että LP-käsittely voidaan aloittaa, kun taimille on kertynyt lämpösummaa 830–850 d.d. ja on odotettavissa, että käsittelyn loppuun mennessä ehtii kertyä noin 1000–1050 d.d. Myöhäisen kylvöajankohdan taimilla tai viileinä kesinä LP-käsittely voidaan aloittaa vasta heinä-elokuun vaihteessa, kun taas aikaisin muovi-

huoneeseen kylvetyillä taimilla tai lämpiminä kesinä käsittely voidaan hyvin aloittaa jo aikaisemmin heinäkuussa. Jälkikasvun välttämiseksi LP-käsittelyä tulisi jatkaa kolmen viikon ajan, vaikka kasvu saadaankin pysähtymään jo kahden viikon käsittelyn jälkeen.

LP-käsiteltyjä taimia voidaan kylvövuonna istuttaa heinäkuun lopusta elokuun loppuun, noin viikko käsittelyn päättymisestä. Routavaurioiden takia istutuksia ei ole syytä jatkaa hienojakoisilla mailla enää syyskuun lopulle. Myös karkeammilla mailla viljelytulos heikkenee maaperän viilentyessä loppusyksystä.

Taulukko 2. Esimerkki karaisukentällä tehtävän lyhytpäiväkäsittelyn yhdistämisestä syysistutukseen

| Aika | Toimenpide |
|---------------------|---|
| - huhtikuu vk 15-16 | kylvö |
| - toukokuu vk 19-20 | harvennus |
| - kesäkuu vk 24-25 | siirto karaisukentälle |
| - heinäkuu vk 28-29 | 3 viikon LP-käsittely (yön pituus 16 h) |
| - elokuu vk 32-33 | Istutus |

Istutus- ja LP-käsittelyajankohtaan suuresti vaikuttavien säätekijöiden vuoksi tuloksia pitäisi vielä testata laajemmissa istutuskokeissa. Useampana vuotena tehdyt kokeet ja niiden pitempi-aikainen seuranta mahdollistaisivat tarkemmat erilaisiin säihin soveltuvat ohjeet. Myös LP-käsittelyn optimaalisen päivänpituuden määrittämiseksi tarvittaisiin lisätutkimusta.

Kirjallisuus

- Adams, D. L., Graham, R. T., Wenny, D. L. & Daa, M. 1991. Effect of fall planting date on survival and growth of three coniferous species of container seedlings in Northern Idaho. *Tree Planters' Notes* 42(2): 52-55.
- Ball, J. 1987. Influence of fall planting dates on the survival and growth of *Taxus*, *Thuja*, and *Viburnum* Species. *HortScience* 22(6): 1289-1290.
- Calme, S., Margolis, H. A. & Bigras, E. J. 1993. Influence of cultural practices on the relationship between frost tolerance and water content of containerized black spruce, white spruce and jack pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 503-511.
- Colombo, S. J., Webb, D. P. & Glerum, C. 1982. Cold hardiness and bud development under short days in black spruce and white spruce seedlings. *Proceedings of the Canadian containerized tree seedling symposium*. September 14-16, 1981, Toronto, Ontario. s. 171-176.
- Dormling, I. & Lundkvist, K. 1983. Vad bestämmer skogsplantors tillväxt och hårdighet i plantskolan? *Skogsfakta, Biologi och skogsskötsel* 8: 1-6.
- Eastham, A. M. 1990. Regulation of seedling height in container-grown spruce using photoperiod control. *USDA Forest Service Technical Report RM-200: 247-254.*

- 1991. Timing of blackout application to regulate height in sitka x white spruce hybrid 1+0 container-grown seedlings. Forest Nursery Association of B. C., 11th Annual Meeting September 23–26, 1991, Prince George, B. C. Canada. s. 86–92.
- Folk, R. S., Grossnickle, S. C., Major, J. E. & Arnott, J. T. 1994. Influence of nursery culture on western red cedar. II. Freezing tolerance of fall-planted seedlings and morphological development of fall- and spring-planted seedlings. *New Forests* 8: 231–247.
- Hawkins, C. D. B. & Draper, D. A. 1991. Effects of blackout on British Columbia spruce seedlings at Red Rock Research Station. FRDA Report 170 October 1991. 51 s.
- Heide, O. M. 1974. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes. II. After-effects of photo-period and temperature on growth and development in subsequent years. *Physiologia Plantarum* 31:131–139.
- Hultén, H. 1980. TS-halt ett mått på invintring. *Plantnyt* 2. 4 s.
- Koski, V. 1990. Joint effects of day length and temperature on dormancy processes. *Silva Carelica* 15: 47–50.
- Koski, V. & Sievänen, R. 1985. Timing of growth cessation in relation to the variations in the growing season. Teoksessa: Tigerstedt, P. M. A., Puttonen, P. & Koski, V. (toim.). *Crop physiology of forest trees*. Helsinki University Press. Helsinki. s. 167–194.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Volume I. Chilling, freezing, and high temperature stresses. 2nd edition. Academic Press, Inc. New York, ISBN 0-12-445501-8. 497 s.
- Luoranen, J. 1997. Taimien karaistumisen seuranta. Teoksessa: Smolander, H. (toim.). *Metsätaimenharjoitukset Jyväskylässä 1997*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 650. Suonenjoen tutkimusasema. s. 45–56.
- , Puttonen, P. & Rikala, R. 1994. Lyhytpäiväkäsitteily kuusen paakkutaimien kasvatuksessa. *Folia Forestalia–Metsätieteen aikakauskirja* 1: 51–67.
- Perry, T. O. 1971. Dormancy of trees in winter. *Science* 171: 29–36.
- Rikala, R. 1996. Kõivun paakkutaimien juurten kasvupotentiaali ja istutusa-jankohta. *Folia Forestalia–Metsätieteen aikakauskirja* 2: 91–99.
- Rosvall-Åhnebrink, G. 1977. Artificiell invintring av skogsplantor i plastväxthus. Summary: Artificial hardning of spruce and pine seedlings in plastic greenhouses. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsförny-gring. *Interna rapporter* 14:153–161.
- 1980. Kan vi varaktigt förändra en plantas invintringsförlopp? Summary: Is it possible to permanently change the hardening process for Norway spruce and Scots pine seedlings? Sveriges skogsvårdsförbund Tidskrift Specialnummer, Skogsgenetik och skogsträdsförädling. Häfte 1–2:170–178.
- 1982. Practical application of dormancy induction techniques to greenhouse-grown conifers in Sweden. Proceedings of the Canadian containerized tree seedling symposium. September 14–16, 1981 Toronto, Ontario. s. 163–170.
- 1990. Bättre plantkvalitet genom styrning av fotoperiod och temperatur. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsfakta konferens No. 14:27–34.
- Söderström, V. 1974. Influence of soil temperature on conifer plant growth–Pilot studies. Sveriges Skogsv. Förb. Tids. 72(5–6).
- Tanaka, Y. 1974. Increased cold hardiness of container grown Douglas fir seedlings. *Journal of Forestry* 72(6): 349–352.
- Toivonen, A., Rikala, R., Repo, T. & Smolander, H. 1989. Autumn colouration of first year *Pinus sylvestris* seedlings during frost hardening. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 31–39.
- Vaartaja, O. 1951. Päivän pituuden vaikutuksesta puiden kasvuun. Summary: On photoperiodism in Finnish trees. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 4:105–107.
- 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.

Ajankohtaista taimituotannosta

Hannu Kukkonen

Taimituotannon kehityssuuntia

Taimimäärät

Vuonna 1997 myytiin kotimaan taimitarhoilta 144 milj. metsäpuiden tainta, mikä oli noin 7 % vähemmän kuin edellisenä vuotena (155 milj. tainta). Tuottajaryhmittäin tuotanto jakautui seuraavasti:

| | taimia milj. kpl. | osuus % |
|---------------------|----------------------|------------|
| METSÄHALLITUS | 30,2 | 21,0 |
| METLA | 1,7 | 1,1 |
| TAIMITUOTANTOYHTIÖT | 89,4 | 61,9 |
| METSÄTEOLLISUUS | 7,2 | 5,0 |
| MUUT | 15,8 | 11,0 |
| YHTEENSÄ | 144,3 | 100,0 |

Jo 1990-luvun alusta lähtien jatkunut taimituotannon supistuminen ei vielääkään ole kääntynyt nousuun, vaikka uudistushakkuita on tehty viime vuosina runsaasti. Taimien tuonti, joskin se aivan viime vuosina on ollut hieman aiempaa suurempaa, ei selitä kotimaisen taimituotannon supistumista. Vuonna 1997 tuotiin Ruotsista noin 2,9 milj. tainta, mikä oli vain noin 2 % istutettujen taimien kokonaismäärästä. Metsäpuiden taimien kokonaiskäyttö, tuodut taimet mukaan lukien, on 1990-luvulla loppupuolelle tultaessa vähentynyt 1980-luvun tasosta (220–250 milj. tainta vuodessa) tasolle 150 milj. tainta vuodessa.

Kokonaismuutoksesta suurin osa kohdistuu mäntyyn, jonka kotimainen tuotanto on pudonnut huippuvuosien lähes 200 milj. taimesta vajaan 60 milj. taimeen. Kuusen taimituotanto on pysynyt suunnilleen samalla tasolla, kuin mitä se oli 1980-luvulla keskimäärin. Koivun ja muiden kuin pääpuulajiemme taimia tuotettiin 1990-luvun alkupuolella selvästi aiempaa enemmän; enimillään niiden yhteismäärä oli runsaat 30 milj. tainta vuodessa. Viime vuosina koivun taimituotanto on jälleen vähentynyt.

Edellä kuvattuun kehitykseen on useita syitä. Männyn taimien käytön vähentyminen selittyy pitkälti sillä, että luontainen uudistaminen ja kylvö ovat kasvattaneet suosiotaan istutuksen kustannuksella. Myös muut metsänhoidon menetelmissä tapahtuneet muutokset ovat vähentäneet taimitarvetta. Muun muassa aiemmin varsin laajassa mitassa tehdyistä täydennysistutuksista on lähes kokonaan luovuttu. Taimimäärien ja istutuspinnojen vertailu viittaa siihen, että varsinkin kuusen taimitiheydet ovat pienentyneet. Reunametsän siemennys samoin kuin uudistusaloilla ennestään oleva taimiaine otetaan nykyisin aiempaa tarkemmin huomioon, mikä osaltaan vähentää taimitarvetta.

Viimeaikaiset metsänuudistamisen selvitykset ja uudistamisen valvonnasta saadut käytännön havainnot osoittavat, että osalla uudistusaloista suunniteltu viljely on viivästynyt tai jäänyt jopa kokonaan tekemättä. Kun luotettavaa numerotietoa tällaisten uudistuskohdeiden kokonaismäärästä ei ole toistaiseksi käytettävissä, ei sen osuutta taimituotannon supistumiseen voida arvioida. Lisätutkimukset käytännön metsänuudistamisen nykytilasta, siinä tapahtuneista muutoksista ja niiden merkityksestä metsien myöhempään kehitykseen ovat joka tapauksessa tarpeen. Lisäksi tulisi kehittää nykyistä tehokkaampia metsänuudistamisen seuranta-järjestelmiä sekä valvontaa varten että uudistamista koskevan päätöksenteon paremman perustan luomiseksi.

Siementen alkuperä taimituotannossa

Jalostettua siemenaineistoa käytettiin metsäpuiden taimituotannossa vuonna 1997 seuraavasti:

| Puulaji | osuus kokonaiskäytöstä, % |
|---------------|---------------------------|
| Mänty | 56 |
| Kuusi | 45 |
| Rauduskoivu | 82 |
| Hieskoivu | 32 |
| Muut puulajit | 22 |

Etelä- ja Keski-Suomen taimitarhoilla männyn kylvöissä käytetään vain siemenviljelyssiemeniä. Jalostettujen siementen kokonaosuutta männyn taimitarhakylvöissä pienentävät Pohjois-Suomen taimitarhat, koska sinne alkuperältään sopivia siemenviljelyssiemeniä ei juuri ole saatavissa. Kuusen siemenviljelykset eivät myöskään vielä tuota riittävästi siemeniä koko maan taimitarhakäyttöä varten. Rauduskoivun taimituotannossa olisi sen sijaan varaa lisätä jalostetun siemenaineiston käyttöä, sillä sen saatavuus pääkäyttöalueilla Etelä- ja Keski-Suomessa on hyvä.

Taimikaupan valvonta

Metsäpuiden taimitarhoille tehtiin vuoden 1997 keväällä aiempien vuosien tapaan taimien lajitteluun ja laatuun kohdistuvia otanta-tarkastuksia. Taimien laadusta voidaan tarkastusten perusteella antaa keskimäärin hyvä arvosana. Merkittävimmät laatuongelmat olivat kuusen taimien pakkas- ja ahavan vauriot sekä koivun taimissa havaitut versolaikut ja latvojen kuivuminen. Taimien lajittelun riittävään valvontaan taimitarhalla ja työnopastukseen on syytä kiinnittää erityistä huomiota, jotta lajittelutulos paranisi. Tarkastuksia jatketaan tulevana keväänä aiempien vuosien käytäntöä noudattaen.

Säädösmuutokset

Direktiivi uudistus

Metsänviljelyaineiston kauppaa Euroopan unionin alueella säätelee kaksi direktiiviä: myytävän aineiston alkuperää ja aineistosta annettavia tietoja koskee direktiivi 66/404/ETY (alkuperädirektiivi) ja siementen ja taimien laatua direktiivi 71/161/ETY (laatudirektiivi). Direktiivit on annettu vuosina 1966 ja 1971, jonka jälkeen niihin on tehty pieniä muutoksia. Jäsenyysneuvotteluissa direktiivien soveltaminen Suomessa todettiin ongelmalliseksi johdettua erityisesti direktiivien ja kansallisen lainsäädäntömme alkuperää ja taimien laatua koskevien määräysten eroista. Liittymissopimuksessa Suomelle annettiin viiden vuoden siirtymäaika kummankin direktiivin soveltamisesta.

Jo neuvoteltaessa Suomen tarvitsemista siirtymäajan järjestelyistä EU:n komissio totesi direktiivien vanhentuneisuuden ja uudistamistarpeen. Direktiivien uudistaminen aloitettiin kuitenkin vasta lokakuussa 1995. Työ on osoittautunut vaikeaksi ja vienyttä suunniteltua enemmän aikaa.

Tuoreimpien tietojen mukaan Suomen kannalta tärkein muutos, eli metsikkösiementen käytön turvaavan alkuperäluokan saaminen uuteen direktiiviin, tulee toteutumaan. Taimien laatua koskevat maininnat jäänevät joko kokonaan pois tai sitten hyvin yleiselle tasolle. Metsänviljelyaineiston kauppa vapautuu edelleen. Alkuperien rajalliset siirtomahdollisuudet estänevät kuitenkin jäsenmaiden välisen kaupan olennaisen laajenemisen. Nykyisellään vähäinen ja pienin kustannuksin hoidettu viranomaisvalvonta, etenkin aineiston alkuperään kohdistuvana, tulee uuden direktiivin myötä lisääntymään.

Uusi direktiivi tulee voimaan viimeistään vuoden 2000 alusta eli Suomelle myönnetyn siirtymäajan päättyessä. Siirtymäsäännök-

sistä riippuen muutokset kansalliseen lainsäädäntöön tulee tehdä 1–2 vuoden kuluessa direktiivin voimaantulosta.

Taimien kokovaatimusten muuttaminen

Metsäpuiden taimien kokovaatimukset sisältyvät maa- ja metsätalousministeriön metsänviljelyaineiston kaupasta antamaan päätökseen (1533/1992). Päätöstä muutettiin vuosi sitten. Viime kesä, erityisesti keski- ja loppukesä, oli poikkeuksellisen lämmin. Tästä johtuen taimitarhoilla on runsaasti (arviolta 15–20 %) nykyisiin määräyksiin nähden liian suuria koivun paakutaimia. Saatujen tietojen mukaan myös taimien paksuuskasvu on ollut normaalia parempi, ja taimet olisivat siten suhteellisen tanakkoja.

Ministeriön päätöksen muuttamiselle on nähty olevan riittävästi perusteita: taimien liika pituuskasvu on poikkeuksellisten sääolojen seurauksena, taimierien arvioidaan suurimmaksi osaksi soveltuvan metsänviljelyyn ja kyseessä on laaja, useita taimitarhoja ja eriä koskeva ongelma. Tämän vuoksi on päädytty muuttamaan em. ministeriön päätöstä siten, että ministeriö voisi hakemuksesta antaa luvan poiketa kotimaassa tuotettujen taimien kokovaatimuksista. Päätöksen muutos on tarkoitus saada voimaan siten, että poikkeuslupahakemukset ehditään käsitellä riittävän ajoissa ennen taimitoimitusten alkamista.

Uuden lannoitelain mukaisten analyysimenetelmien vaikutus analyysilukujen tulkintaan

Jorma Seppälä

Metsäpuiden taimien kasvatuksessa muovihuoneessa käytetään lähes yksinomaan vaaleaa rahkaturvetta, josta puristenesteen otto on helppoa kasteltaessa turve normaaliin viljelykosteuteen. Tästä syystä turpeen puristenesteanalyysiä on jo vuosikausia käytetty turpeen vesiliukoisten ravinteiden seurantaan. Onneksi uusi lannoitelaki ei tuo olennaisia muutoksia puristenesteanalyysiin.

Sen sijaan maa-analyysin kaikki luvut tulevat muuttumaan aikaisempiin yleisesti käytetyillä uuttomenetelmillä saatuihin lukuihin verrattuna. Suurin osa ravinteiden pitoisuuksista tulee laskemaan, koska em. uuttomenetelmissä kaikki kasvualustanäytteet kuivataan ja jauhetaan, mutta uudessa lannoitelain mukaisessa menetelmässä pyritään todelliseen viljelytilavuuteen. Tällöin pysytään tarkemmin seuraamaan, löytyykö kasvualustasta lisättyjen lannoitteiden ja kalkitusaineiden ravinnepitoisuudet. Valitettavasti asia ei ole käytännössä näin yksinkertainen, koska osa ravinteista pidättyy vaikealiukoiseen muotoon. Uuttonesteet on pyritty valitsemaan sellaiseksi, että saataisiin selville kasveille käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuudet.

Johtokyky

Lannoitelain maa-analyysimenetelmässä käytetään vanhan johtoluvun asemasta johtokykyä, jota termiä on jo pitkään sovittu käytettäväksi puristeneste- ja raakavesianalyyseissä. Yhteen tilavuusosaan kasvualustaa lisätään 5 tilavuusosaa vettä, kun sitä vastoin yleisesti käytössä olevassa uuttomenetelmässä lisätään 2,5 tilavuusosaa vettä. Lannoitelain uusi yksikkö on mS/m eli johtokykymittareiden mS/cm lukema pitää kertoa 100:lla, jotta päästään yksikköön mS/m. Uuttomenetelmään perustuvassa johtolukumäärityksessä kerrotaan saatu mS/cm lukema 10:llä, jotta lukuarvot olisivat normaalisti 1–10 välillä. Käytännössä lannoitelain uusi johtokykyarvo on 4–8 kertaa korkeampi kuin uuttomene-

telmällä saatu johtoluku riippuen siitä, kuinka paljon kasvualustanäyte tiivistyy kuivatuksella ja jauhatuksella ja kuinka paljon ravinteista haihtuu ilmaan tai pidättyy kasvualustaan vaikealiukoiseen muotoon.

Kasvatettaessa metsäpuiden taimia vaaleassa rahkaturpeessa suositellaan kasvatusvaiheen johtoluvuksi 2–4. Uuden lannoitelain mukainen johtokykysuositus on 10–20. Vaalea rahkaturve tiivistyy kuivatuksen ja jauhatuksen takia noin puoleen viljelykosteaan turpeen tilavuudesta, mikä 2-kertaistaa johtoluvun viljelytilavuuteen verrattuna. Johtokyky voi muuttua yllättäen johtuen monesta eri syystä. Yleisin syy johtokyvyn alentumiseen on liukoksen typen sitoutuminen turpeen pieneliöstöön tai haihtuminen kaasumaisena ilmaan varastoitaessa turvetuotteet liian lämpimässä varastossa tai lämpimässä laboratoriossa. Johtolukuarvoa laskee turpeen kuivatus, koska ammoniumtyppi haihtuu helposti ilmaan.

Veteen liukeneva typpi

Vesiliukoksen typen pitoisuudet voivat olla joko suurempia tai pienempiä eri menetelmillä riippuen, tutkitaanko kasvualustan typpipitoisuus heti peruslannoituksen jälkeen vai vasta useiden kuukausien jälkeen. Turpeessa on luonnostaan runsaasti pieneliöitä, jotka käyttävät typpeä tai typpi voi kaasuuntua ilmaan lämpimissä olosuhteissa. Tästä johtuen metsäpuiden taimien kasvatuksessa pitäisi välttää puhtaan veden käyttöä ja sen sijaan antaa typpipitoisia ravinneliukoja niin usein kuin se käytännössä on mahdollista.

Lannoitelain mukaista menetelmää käytettäessä taimia kasvatettaessa avomaalla on syytä tietää, että lannoitteiden vesiliukoinen ammoniumtyppi muuttuu nopeasti vaihtuvaan muotoon pitkälle maatuneissa, tummissa turpeissa, hieta-, hies- ja savimaissa. Uuttonesteenä liukoksen typen määrittämiseen käytetään pelkkää vettä, joka antaa ammoniumlannoitusta vastaavan tuloksen ainoastaan vaaleasta rahkaturpeesta ja hiekasta. Yleisesti käytössä olevassa uuttomenetelmässä käytetään ammoniumtypen määrittämisessä uuttonesteenä kaliumsulfaattia, joka antaisi käytäntöä vastaavan tuloksen, jos näytettä ei jauhettaisi ja kuivattaisi.

Kalium

Lannoitelain kaliumluvun perusteella on varminta laskea, onko kasvualustaan lisätty kaliumia ilmoitettu määrä. Lannoitelain kaliumluku on yleensä 10–50 % pienempi kuin uuttomenetelmällä saatu lukema riippuen siitä, kuinka paljon kasvualusta tiivistyy kuivatuksen ja jauhatuksen seurauksena.

Fosfori

Lannoitelain mukainen uuttoneste uuttaa maanäytteestä fosforia enemmän kuin uuttomenetelmässä käytetty uuttoneste. Lannoitelain fosforiluku on yleensä 0–40 % pienempi kuin uuttomenetelmällä saatu lukuarvo riippuen siitä, kuinka paljon kasvualusta tiivistyy kuivatuksen ja jauhatuksen seurauksena.

Taulukko 1. Erään multaerän tuoteseloste uuden lannoitelain ja yleisesti käytössä olevan uuttomenetelmän analyysien mukaisesti.

| | Lannoitelain mukaisesti | | Uuttomenetelmän mukaisesti | |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | Tavoitearvo | Sallittu poikkeama | Tavoitearvo | Sallittu poikkeama |
| Johtokyky (mS/m) (SFC 1+5) | 30 | 15–45 | | |
| Johtoluku (10x mS/cm) | | | 6 | 3–9 |
| pH | 6,0 | 5,5–7,0 | 6,0 | 5,5–7,0 |
| Vesiliuk. typpi (mg/l) | 80 | 40–160 | 80 | 40–160 |
| Fosfori (mg/l) | 12 | 6–24 | 14 | 7–28 |
| Kalium (mg/l) | 180 | 90–360 | 200 | 100–400 |
| Magnesium (mg/l) | 200 | 100–400 | 250 | 125–500 |
| Kalsium (mg/l) | 2000 | 1000–4000 | 2500 | 1250–5000 |

Siementen stratifiointi muovipussissa. Ehdotus uudeksi stratifiointimenetelmäksi

Eira-Maija Savonen

Johdanto

Siementen stratifioinnilla eli kosteiden siementen kylmäkäsitteilyllä voidaan vaikuttaa siementen itämiskäyttäytymiseen (Wang ja Pitel 1991). Yleensä stratifiointia käytetään siemenlevon purkamiseen, jolloin siemenen itävyys paranee. Stratifiointin on todettu myös nopeuttavan siementen itämistä ja laajentavan itämisen optimilämpötila-aluetta (Jensen ym. 1967, Gosling ja Peace 1990).

Tavallisesti siemenet stratifioidaan kosteaan väliaineeseen, esimerkiksi hiekkaan tai turpeeseen upotettuina. Tällöin siemenet imevät vapaasti vettä väliaineesta. Jones ja Gosling (1994) ovat kehittäneet menetelmän, jossa siementen vesipitoisuus säädetään ennaltamäärättyyn arvoon ja siemenet stratifioidaan muovipussissa ilman väliainetta. Menetelmää on kokeiltu sitkan- ja douglas-kuusen sekä kontortamännyn siementen siemenlevon purkamiseen ja itämisnopeuden lisäämiseen. Tulokset ovat olleet hyviä. Menetelmä on halpa ja helppo. Tulokseksi on saatu pintakuivia, helposti kylvettäviä, nopeasti itäviä siemeniä.

Siementen laadun parantamiseen voidaan käyttää myös IDS-menetelmää (Incubation Drying Separation), jonka I-vaiheen (incubation, suomeksi 'haudonta') voi katsoa vastaavan stratifiointia (Simak 1981). Perinteisestä stratifioinnista IDS:n I-vaihe poikkeaa siinä, että siementen vesipitoisuus säädetään aluksi 30 %:iin ja siemeniä säilytetään sen jälkeen tilassa, jossa ilman suhteellinen kosteus on lähes 100 % (Bergsten 1987). Menetelmä vaatii erityislaitteet. Myös muovipussistratifiointinissa siementen vesipitoisuus säädetään ennen stratifiointin aloittamista tavoitearvoon, eikä siemenillä stratifiointin kuluessa ole mahdollisuutta imeä itseensä lisää vettä ympäristöstä. Ilman suhteellinen kosteus pysyy korkeana kosteita siemeniä sisältävässä löyhästi suljetussa muovipussissa.

Parkanon tutkimusasemalla tehtiin talvella -97/-98 tutkimus, jossa selvitettiin ennaltamäärättyyn vesipitoisuuteen säädettyjen

männyn siementen pakkasen kestävyyttä. Tämän tutkimuksen oheistuotteena saatiin kokemusta männyn siementen muovipussi-stratifiointista.

Aineisto ja menetelmä

Kokeessa käytettiin siemenviljelyksen 249 (Metsävääri) vuonna -90 tuleentunutta siementä, joka oli kerätty lokakuussa -90 siemenviljelysten lannoituskokeessa mukana olleista kymmenestä kloonista (Saarsalmi et al. 1994). Yhdistetyn siemenerän vesipitoisuus oli 8 % kokeen alussa.

Siementen tavoitevesipitoisuudet olivat 25 ja 28 % . Tavoitevesipitoisuuden saavuttamista varten punnittiin 40 g siemeniä muovipussiin, jonne lisättiin pipetillä kaavan 1 avulla laskettu määrä vettä (Jones ja Gosling 1994).

Kaava 1

$$V = \frac{S - (VP \times S)}{(1 - TVP)} - S$$

V = lisättävä vesimäärä (g)

S = siementen paino (g)

VP = siementen vesipitoisuus (desimaalilukuna, esim. 0,08)

TVP = siementen tavoitevesipitoisuus (desimaalilukuna, esim. 0,25)

Muovipussit siemenineen punnittiin. Pussin suu suljettiin löysästi, ja kostutettuja siemeniä säilytettiin 19 vuorokautta kylmiössä +3 °C lämpötilassa. Pussien sisältöä liikuteltiin päivittäin ensimmäisen viikon ajan, jotta kosteus jakautuisi tasaisesti. Samalla pussin suu pidettiin kokonaan auki, jotta siementen hapensaanti olisi turvattu. Pussien paino tarkistettiin viikoittain ja tarpeen vaatiessa lisättiin vettä.

Tulokset

Tavoitevesipitoisuudet saavutettiin. Suurimmassa tavoitekosteudessa ilmeisesti siementen vilkkaammasta hengityksestä johtuen muovipussin seinille kertyi kosteutta. Siemenet olivat kuitenkin pintakuivia ja siten helposti kylvettävissä.

Muovipusseissa stratifioiduista ja käsittelemättömistä kontrollisiemenistä otettiin näytteeksi neljä 100 siemenen suuruista erää/käsittely, jotka laitettiin itämään (+20 °C, jatkuva valo). Itäneet siemenet laskettiin ensimmäisen kerran neljäntenä päivänä testin

aloittamisesta ja sen jälkeen 7, 14, ja 21 päivän kuluttua aloituksesta. Siementen kumulatiivinen itävyys kuvassa 1, jossa on mukana myös 18 ja 21 %:n vesipitoisuuteen kyllästettyjen suolaliuosten (sinkkisulfaatti- ja kaliumsulfaatti-liuokset) avulla säädettyjen siementen itävyydet.

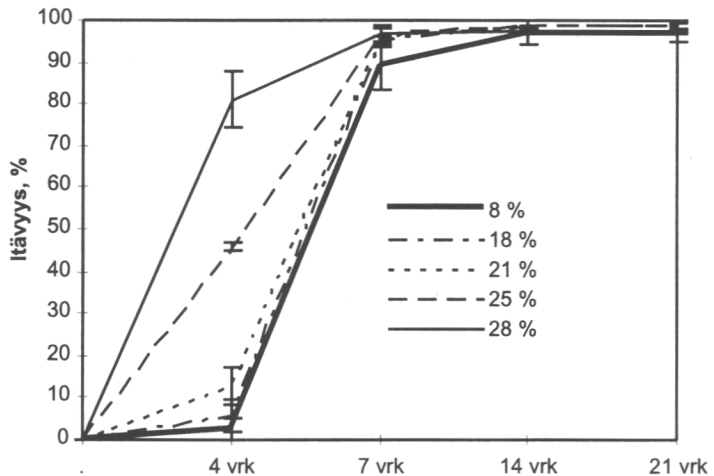
Tulosten mukaan 28 %:n vesipitoisuudessa stratifioiduista siemenistä iti noin 80 % ensimmäisten neljän vuorokauden sisällä, kun varastokosteista stratifioimattomista siemenistä iti samassa ajassa vain muutama prosentti. Myös 25 %:n vesipitoisuudessa stratifioidut siemenet itivät nopeammin kuin kontrollisiemenet (kuva 1).

Johtopäätökset

Männyn siemeniä voi saatujen alustavien tulosten mukaan stratifioida muovipussissa, ja tällä tavalla nopeuttaa siementen itämistä. Menetelmä on halpa, eikä vaadi paljon työtä, ja on helppo ja nopea tehdä. Tulokset ovat kuitenkin vain yhdestä kokeesta, jossa lisäksi käytettiin erittäin hyvälaatuista ja hyvin itävää siementä. Jotta menetelmää voisi suositella laajempaan käyttöön, olisi selvitettävä, miten erilaiset siemenerat käyttäytyvät muovipussistratifioinnissa.

On myöskin muistettava, että kosteat siemenet tarvitsevat hapeta hengitykseensä, sillä elintoiminnot vilkastuvat, kun siementen vesipitoisuus kasvaa veden saannin myötä (Leopold ja Vertucci 1989). Tässä kokeessa muovipussiin laitettiin vain 40 g kosteita siemeniä. Taimitarhoilla käsiteltävien siementen määrä olisi paljon suurempi. Olisi selvitettävä, joutuuko osa siemenistä kärsimään hapen puutetta, jos stratifioitaisiin esim. kilo siemeniä viiden kilon muovipussissa.

Kuva 1. Männyn siementen vesipitoisuuden (%) vaikutus siementen itämisnopeuteen. Janat kuvaavat keskihajontaa.



Siementen itämisnopeudella ei sinänsä ole paljon merkitystä, jos siemenet itävät samanaikaisesti. Usein on kuitenkin niin, että siemenerissä, joiden itämistarmo on alhainen, on sekä nopeasti että hitaasti itäviä siemeniä. Varsinkin kuusen taimitarhakylvöissä siementen epätasainen itäminen aiheuttaa ongelmia. Kuusen siemeniä muovipussissa stratifioimalla voitaisiin kenties parantaa kuusen siementen itämisnopeutta ja kylvöksen itämisen tasaisuutta. Muovipussistratifiointi olisi käytännössä helpompi suorittaa kuin paakkuihin kylvettyjen kuusen siementen stratifiointi (Savonen 1998). Vaadittava työmäärä olisi paljon pienempi, koska kylmiöön pitäisi kuljettaa vain siemenet. Muovipussistratifioinnin laajamittainen käyttö esimerkiksi yhden kasvihuoneen kylvöön tarvittavien siementen stratifioinnissa vaatii kuitenkin lupavuudestaan huolimatta vielä lisäselvityksiä.

Kirjallisuus

- Bergsten, U. 1987. Incubation of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* L. (Karst.) seeds at controlled moisture content as an invigoration step in the IDS method. Swedish University of Agricultural Sciences, väitöskirja, 98 s.
- Gosling, P.G. & Peace, A.J. 1990. The analysis and interpretation of ISTA 'double' germination tests. *Seed Science* 18:791–803.
- Jensen, A., Stephansen, K. & Løken, A. 1967. Stratifisering av frø fra *Picea abies* (L.) Karst. og *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. En undersøkelse av kjemiske forandringer i løpet av stratifisering. *Meddelelser fra Vestlandets forstlige Forsøksstasjon* 42:170–187.
- Jones, S.K. & Gosling, P.G. 1994. 'Target moisture content' prechill overcomes the dormancy of temperate conifer seeds. *New Forests* 8: 309–321.
- Leopold, C.A. & Vertucci, C.W. 1989. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. Teoksessa: Stanwood, P.C. ja McDonald, M.B. (toim.) *Seed Moisture*. Crop Science Society of America Special Publication 14: 51–67.
- Saarsalmi, A., Savonen, E-M., Nikkanen, T., Lipas, E. & Mikola, J. 1994. Effect of fertilization on flowering and seed crop in Scots pine seed orchards. *Silva Fennica* 28(3): 155–176.
- Savonen, E-M. 1998. Paakkuihin kylvettyjen kuusen siementen stratifiointi: vaikutus siementen itävyyteen ja itämisnopeuteen. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1/1998: 5–14.
- Simak, M. 1981. Bortsortering av matat-dött frö ur ett fröparti. (Removal of filled-dead seeds from a seed bulk). *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift* 5:31–36.0
- Wang, B.S.P. & Pitel, J.A. 1991. Germination of dormant tree and shrub seeds. Teoksessa: Gordon, A.G., Gosling, P. & Wang, B.S.P. (toim.) *Tree and shrub seed handbook*. The International Seed Testing Association, Switzerland. s. 6–1; 6–16.



ISBN 951-40-1637-8

ISSN 0358-4283