



METSÄNTUTKIMUSLAIKSEN  
TIEDONANTOJA 496

Taimitarhapäivät  
Suonenjoen  
tutkimusasemalla  
17.–18.8.1993

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto



Taimitarhapäivät  
Suonenjoen  
tutkimusasemalla  
17.–18.8.1993

Toimittaneet Heikki Smolander  
Johanna Rautala

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 496  
The Finnish Forest Research Institute. Research Papers 496  
Helsinki 1994

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

Julkaisua myy

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 SUONENJOKI

# Sisällys

---

LUKIJALLE .....	7
KIRJOITTAJAT .....	9
MIKSI TAIMET KUOLEVAT – TARVITAANKO TAIMITUTKIMUSTA? Risto Rikala .....	11
TAIMIEN OMINAISUUKSIEN VAIHTELU JA TAIMISATOJEN INVENTOINTI Anneli Jalkanen .....	27
KASVATUSTIHEYDEN VAIKUTUS PAAKKUTAIMIEN OMINAISUUksiIN Pedro Aphalo .....	41
PITKÄYÖKÄSITTELYN VAIKUTUS KUUSENTAIMIEN KARAISTUMISEEN Jaana Luoranen .....	49
VOIDAANKO TAIMIKASVATUKSELLA VAIKuttaa HYÖNTEISTUHO- KESTÄVYYTEEN Jukka Selander .....	59
JUURISTON LÄHEISYYDESSÄ ELÄVÄN MIKROBISTON TOIMINTA JA MERKITYS KASVILLE Aino Smolander .....	63
TUTKIMUSTULOKSIA PAAKKUTAIMIEN KASVUALUSTOJEN RAKENNE- JA VESITALOUSOMINAISUUksISTA Juha Heiskanen .....	69
HAVUPUIDEN LAHOJUURISUUS Arja Lilja .....	91
HAVUPUUN TAIMIEN JUURISTON KASVU JA TOIMINTA ALHAISISSA JUURISTON LÄMPÖTILOISSA Elina Vapaavuori ja Aija Ryyppö .....	97

TAIMITARHAHYGIENIA	
Timo Kurkela .....	107
MÄNNYNTAIMIEN VERSOSURMA-ALTTIUDEN KASVUKAUTINEN VAIHTELU	
Raija-Liisa Petäistö .....	113
KOIVUN VERSOLAIKKU TAIMITARHALLA	
Arja Lilja .....	121
MYYYRIEN JA HYÖNTEISTEN AIHEUTTAMAT SIENI-INFEKTIOT KOIVUN TAIMIEN UHKANA	
Heikki Henttonen, Arja Lilja & Jukka Niemimaa .....	125
HIRVET VAURIOIDEN AIHEUTTAJANA	
Risto Heikkilä .....	131
TORJUNTA-AINEISTA TAIMITARHALLA	
Sakari Lilja .....	133
TORJUNTA-AINEILLE ALTISTUMISEN TUTKIMINEN	
Juhani Kangas & Leo Tervo .....	137
TARVITAANKO TAIMIKAUPASSA VIRANOMAISMÄÄRÄYKSIÄ JA -VALVONTAA	
Hannu Kukkonen .....	141
– TAIMITUOTTAJAN KOMMENTTI	
Marja Lindqvist .....	147
– TAIMITUOTTAJAN KOMMENTTI	
Juhani Mäkelä .....	151
– METSÄNHOITOPÄÄLLIKÖN KOMMENTTI	
Ilkka Koivisto .....	153
– TAIMITARKASTAJAN KOMMENTTI	
Mikko Hyppönen .....	157





# Lukijalle

---

Vuonna 1993 tuli kuluneeksi 25 vuotta Metsänviljelyn koeaseman perustamisesta Suonenjoelle. Helsingissä toimivien taimitarha- ja uudistamistutkijoiden kenttäasemaksi suunniteltu asema on kuluneiden vuosien aikana kasvanut monitieteiseksi tutkimusasemaksi. Metsätalouden toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset ovat tuoneet myös alkuperäisestä toiminta-ajatuksesta poikkeavia tutkimushankkeita.

Suonenjoen tutkimusaseman yhteydessä toimii Suomen ainoa tutkimustaimitarha. Näin rintamavastuun kantaminen taimitarha- ja myös uudistamistutkimuksessa on edelleenkin tutkimusaseman tehtävä.

Juhlavuoden tapahtumana Suonenjoen tutkimusasema järjesti 17. ja 18. elokuuta tärkeimmille asiakkailleen – taimitarhanhoitajille ja metsänhoitopäälliköille – taimitarhapäivät. Tähän julkaisuun on koottu useimmat päivien aikana pidetyt esitelmät, ja pari taimien maastossa selviytymistä koskevaa tiedonantoa. Kiitän esitelmöitsijöitä siitä vaivannäöstä, joka on ollut alustusten muokkaamisessa kirjalliseen muotoon. Päiville osallistuneita kiitän innostuneesta ja rakentavasta keskustelusta.

Suonenjoella Jyrkin päivänä 1994

*Heikki Smolander*



# Kirjoittajat

---

**Aphalo Pedro**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Heikkilä Risto**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Heiskanen Juha**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Henttonen Heikki**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Hypönen Mikko**  
Lapin ml  
PL 8053  
96101 Rovaniemi

**Jalkanen Anneli**  
Joensuun yliopisto  
PL 111  
80101 Joensuu

**Kangas Juhani**  
Kuopion aluetyöterveyslaitos  
PL 93  
70210 Kuopio

**Koivisto Ilkka**  
Itä-Hämeen ml  
PL 110  
15141 Lahti

**Kukkonen Hannu**  
Maa- ja metsätalousministeriö  
Hallituskatu 3 A  
00170 Helsinki

**Kurkela Timo**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Lilja Arja**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Lilja Sakari**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Lindqvist Marja**  
Mellanå plantskola  
64320 Dagsmark

**Luoranen Jaana**  
Ahmanpolku 6  
18150 Heinola

**Mäkelä Juhani**  
Itä-Suomen Taimi Oy  
73100 Lapinlahti

**Niemimaa Jukka**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Petäistö Raija-Liisa**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Rikala Risto**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Ryypö Arja**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Selander Jukka**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Smolander Aino**  
Metsäntutkimuslaitos  
PL 18  
01301 Vantaa

**Smolander Heikki**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Tervo Leo**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

**Vapaavuori Elina**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
77600 Suonenjoki

# Miksi taimet kuolevat — tarvitaanko taimitutkimusta?

---

*Risto Rikala*

Taimituotannon olemassaolon edellytys on istutuksen kilpailukyky muiden uudistamismenetelmien joukossa. Taimitutkimus taas perustuu tiedon tarpeeseen taimihuollossa. Se on taimihuollon, siemenestä istutuskuoppaan, ongelmia ratkovaa soveltavaa tutkimusta. Jos metsiä ei uudisteta istuttaen, ei tarvita taimituotantoa eikä taimitutkimustakaan. Ansaitakseen olemassaolonsa taimitutkimuksen tulee vaikuttaa käytännön taimituotantomenetelmiin parantamalla taimien laatua, alentamalla tuotantokustannuksia, parantamalla työergonomiaa, vähentämällä ympäristön saastumista jne. Ennenkuin hyvälläkään tutkimuksella on vaikutusta, täytyy tulokset pystyä markkinoimaan käytäntöön. Lisäksi soveltava taimitutkimus tarvitsee tuekseen perustutkimusta, joka on luonteeltaan pitkäjänteisempää, ei välittömiin sovellutuksiin pyrkivää tutkimusta.

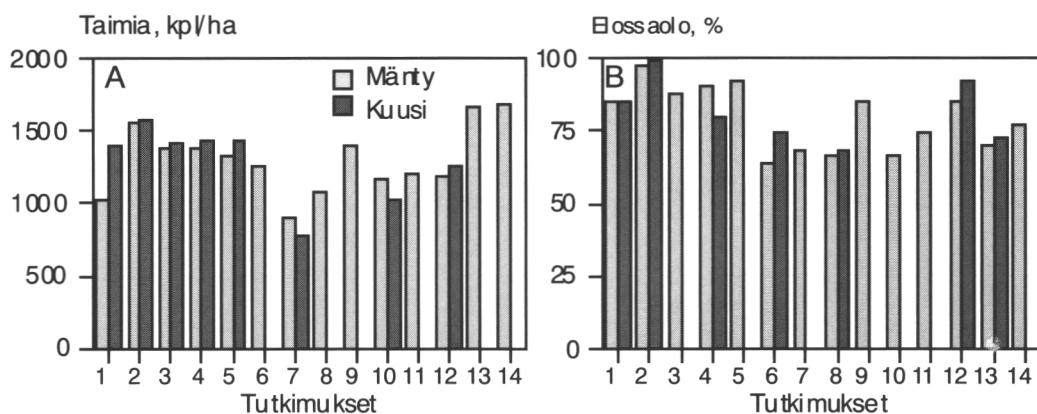
## **Mitä inventoinnit ja kokeet kertovat taimien selviytymisestä istutuksen jälkeen**

Taimihuollon ja -tutkimuksen onnistumista ja hyvyttä voi tarkastella monella tavoin. Eräs tapa on tarkastella istutettuja taimikoita, ts. metsänistutusketjun lopputuotteita. Sekä käytännön istutusalojen inventointitulokset että istutuskokeiden tulokset tarjoavat tähän mahdollisuuden. Vaikka tällainen lähestymistapa sisältää vääjäämättä monia virhelähteitä, se voi herättää myös uusia ajatuksia keskusteluun.

Kuvaan 1A olen koonnut inventointituloksia 5–15 vuotiaista taimikoista runsaan 20 vuoden ajalta maan eteläpuoliskolta. Mitä pohjoisemmaksi ja korkeammalle mennään sitä heikompia yleensä ovat viljelytulokset (Valkonen 1992). Inventointituloksista saadaan selville vain taimien lukumäärä hehtaaria kohti, ei elossaolosadannesta. Jos käytetyiksi istutustiheyksiksi oletetaan yksi-

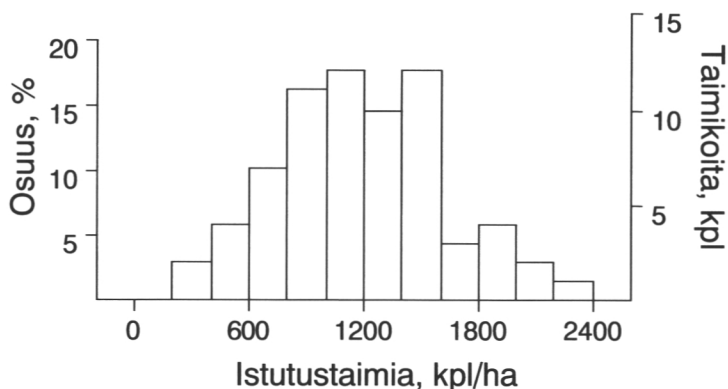
tyismetsätalouden (Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet 1981) ohjeteiveys (2000 tainta/ha) vaihtelee taimien elossaolo keskimäärin 40 %:sta 85 %:iin. Todellisuudessa viljelytiheydet ovat kuitenkin vaihdelleet huomattavasti (Raulo & Rikala 1974, Kinnunen 1977, Metsämuuronen ym. 1978, Saksa 1988). On myös korostettava, että nämä tulokset eivät kuvaa uudistamisen onnistumista, mikä luontaisen taimiaineksen ansiosta on selvästi parempi, vaan istutustaimien eloonjäämistä, minkä ennenmuuta taimenkasvattajia tulee kiinnostaa.

Istutuskokeissa (3–10 v. istutuksen jälkeen) eloonjääminen vaihtelee 60–100 %:n välillä (kuva 1B). Ero käytännön istutuksiin selittyy osittain istutuskokeiden hieman nuoremmalla iällä (Kellomäki 1991, s. 197) sekä sillä, että koealueet valitaan huolellisesti. Taimia ei istuteta pensoittuviin, kosteisiin notkoihin ja työ on myös todennäköisesti huolellisempaa koeistutuksilla. Toisaalta kokeissa on käsiteltyinä eri vaihtoehtoja, joista huonoksi osoittautuneet painavat keskiarvoa alaspäin.



Kuva 1. (A) Taimitiheydet metsänviljelyinventointien mukaan ja (B) taimien elossaolo istutuskokeissa 5–10 vuoden kuluttua istutuksesta Etelä-Suomessa. Viljelyinventoinnit (A): 1=Yli-Vakkuri ym. 1969, 2=Raulo & Rikala 1977, 3=Kinnunen & Linnimäki 1977, 4=Kinnunen & Nerg 1983, 5=Savilampi 1984, 6=Saksa 1986, 7=Kinnunen & Riikkilä 1986, 8=Kinnunen & Vanamo 1987, 9=Saksa 1987, 10=Savilampi 1988, 11=Saksa 1989, 12=Saksa ym. 1990, 13=Valtanen 1991, 14=Valtanen & Lehtosaari 1991. Istutuskokeet (B): 1=Huuri 1972, 2=Huuri 1973, 3=Leikola & Rikala 1974, 4=Huuri 1980, 5=Kinnunen & Lemmetyinen 1980, 6=Raulo & Rikala 1981, 7=Tasanen 1982, 8=Lähde ym. 1983, 9=Parviainen 1984, 10=Levula 1985, 11=Valtanen 1986, 12=Heinonen & Lukkari 1987, 13=Kinnunen 1989, 14=Rikala & Häkkinen 1993

Kuva 2. Istutettujen männyntaimien tiheysjakauma 3–8 vuoden kuluttua istutuksesta Pohjois-Savon metsälautakunnan alueen viljelytaimikoissa. Taimikoiden (68 kpl) keskitiheys 1177 tainta/ha. Piirretty Saksan ym. (1990) aineistosta.

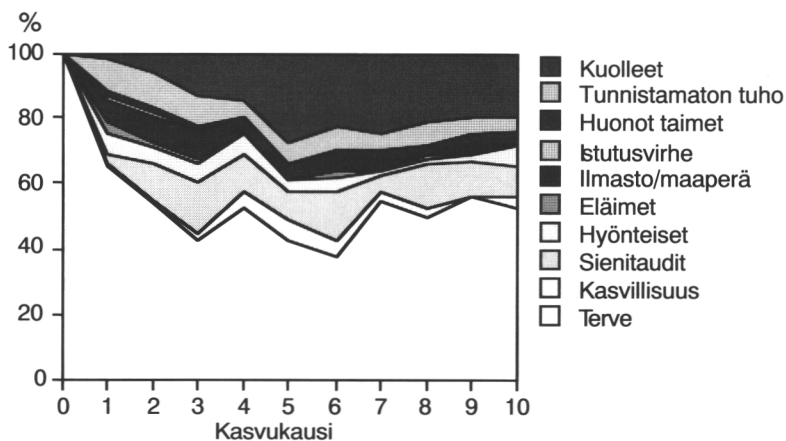


Esitetyt luvut ovat keskiarvoja ja on syytä tarkastella minkäläinen vaihtelu niihin kätkeytyy. Otetaan esimerkiksi Saksan ym. (1990) Pohjois-Savossa 1980–86 perustettujen istutusten inventointi v. 1988–89 (kuva 2).

Istutettuja männyntaimia löytyi Pohjois-Savon alueella elossa keskimäärin 1177 kpl/ha, mikä vastaa 59 %:n eloonjäntiä jos taimimäärää verrataan ohjetiheyyteen (2000 kpl/ha). Vaikka istutustiheydet vaihtelevatkin, nähdään että istutus voi johtaa sekä erittäin huonoon (neljäsosa taimikoista alle 900 tainta/ha, heikoin 258 tainta/ha) että erittäin hyvään (neljäsosa taimikoista yli 1500 tainta/ha, paras 2307 tainta/ha) tulokseen. Taimikoiden ikävaihtelu (3–8 v) luonnollisesti kasvattaa jonkin verran hajontaa, mutta se ei olennaisesti muuta jakaumakuvaa.

Mikä aiheuttaa näin voimakkaan hajonnan? Inventointitutkimuksen kertamittauksella on vaikea selvittää tuhojen syyt. Paremman mahdollisuuden tähän antavat seurantakokeet kuten Kinnusen (1989) istutuskokeiden perusteella tekemä selvitys, jossa on kirjattu vaurioiden aiheuttajia taimikoiden eri ikävaiheissa (kuva 3).

Kuva 3. Terveiden taimien, eri syistä vaurioituneiden taimien ja kuolleiden taimien osuus männyn istutuskokeissa eri ikävaiheissa. Piirretty Kinnusen (1989) aineiston mukaan. Taimikot eivät eri kasvukausina aina ole samoja, mistä johtuu mm. kuolleisuuden vaihtelu.



Tuhot näyttävät jakautuvan melko tasaisesti eri aiheuttajaryhmiin. Sienituhot kuitenkin muodostavat männällä suurimman ryhmän, mikä tukee havaintoja myös käytännön viljelyiden inventoinneista (esim. Saksa ym. 1990). Pääosan kuusen vaurioista aiheuttaa halla. Vain muutamassa tapauksessa katsottiin taimien heikon laadun tai huonon istutustyön olleen syy tuhoihin.

Tämänkaltaisissa tutkimuksissa tuhot koskevat vielä eläviä taimia, eikä ole varmaa, että havaittu tuho johtaa taimen kuolemaan. Lisäksi on erittäin vaikea päätellä oliko havaittu tuho taimen primäärinen kuolinsyy. Esimerkiksi silloin kun kuolinsyyksi mainitaan kuivuus, jää epäselväksi onko kyse alunperin taimen heikosta laadusta, taimien kuivumisesta kuljetuksessa, huolimattomasta istutuksesta vai todella istutuspaikan kuivuudesta. Näitä syy-seuraussuhteita voidaan paremmin selvittää vain järjestetyissä kokeissa tai hyvin tarkoissa seurantatutkimuksissa. Esimerkiksi istutustyön laatua selvittävässä tutkimuksessa todettiin, että laadukkaan ja keskimääräisen istutustyön ero taimien eloonjäämisessä on noin 10–20 %-yksikköä (Shiver ym. 1990, Paterson 1993).

## **Voidaanko istutustulosta parantaa?**

Luultavasti osa tuhoista on sellaisia, joilta ei voitaisi välttyä hyvillä taimilla ja hyvällä työlläkään. Tällaisia ovat mm. monet eläin- ja hyönteis- sekä voimakkaat hallatuhot.

Ne ovat yksittäisen taimikon kannalta sattumanvaraisia, mutta menetelmän kannalta tietyllä todennäköisyydellä sattuvia tuhoja. Mikä on näiden väistämättömien tuhojen osuus ja mitkä ovat muut syyt? Onko työn laatu ja valvonta kehoa jossain ketjun osassa vai eikö ohjeita syystä tai toisesta kyetä noudattamaan ilman, että kustannukset nousisivat kohtuuttomiksi? Voisiko jo olemassaoleva kotimainen tutkimustieto parantaa tulosta, jos se tavoittaisi käytännön, so. onko tutkimustiedon välittäminen käytäntöön (ekstensio) puutteellista? Entä paranisiko tulos, jos käyttöön otettaisiin ulkomailla kehitettyjä menetelmiä, jotka "viritettäisiin" suomalaisiin olosuhteisiin? Onko kyse taimien menestymistä koskevasta perustiedon puutteesta, jolloin tarvitaan lisää sekä perustutkimusta että soveltavaa tutkimusta? Olisi siis kehitettävä mahdollisesti kalliimpia, mutta "idioottivarmempia" menetelmiä, "pommivarvoja" taimia, jotka selviäisivät, olisipa niiden kohtelu millaista hyvänsä? On tietysti myös mahdollista, että taimien istuttaminen ei voi tuottaa paljon nykyistä parempaa tulosta kilpailukykyisin kustannuksin.

Pahimmat epäonnistumiset, jotka myös laskevat eniten viljelyn onnistumisen keskiarvoa, eivät johdu varmaan vain heikosta työljäljelmästä tai toteuttajien tietämättömyydestä aiheutuvista virheistä. Osa näistä alueista on varmasti vaikeasti uudistettavia kohteita, joiden tunnistaminen ongelmakohteiksi etukäteen voi olla vaikeaa. Pulma on sama kuin luontaisessa uudistamisessa: tiedetään,

että istutusaloista kolmasosa voitaisiin jättää uudistumaan luontaisesti (Saksa 1992), mutta etukäteen ei kyetä ennustamaan mitkä alueet kuuluvat helposti luontaisesti uudistuvaan kolmasosaan. Ongelma-alueiden tunnistamiseen ja niillä tarvittaviin uudistamismenetelmiin kaivattaisiin varmasti uutta tietoa.

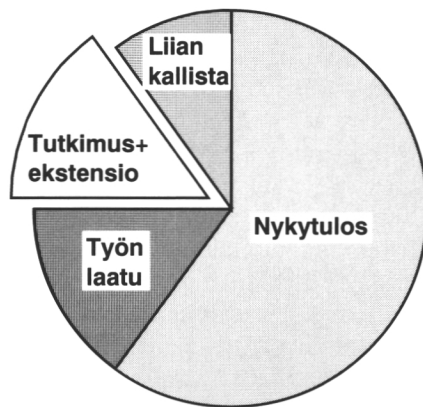
Maassamme on tehty runsaasti taimien kuljetukseen ja varastointiin liittyvää tutkimusta (esim. Yli-Vakkuri ym. 1957, Leikola 1976, Lähde 1978, Rikala 1983, Kauppi 1984, Puttonen 1986). Vaikka tutkimukset käytännön taimihuollosta ovat jo vanhoja (Yli-Vakkuri 1957, Rikala 1979), on uskottu, että taimien matka tarhalla istutuskuoppaan olisi nykyään hyvin hoidettu. Hajahavainnot ja yhteydenotot kuitenkin kertovat, että erityisesti taimien kuljetuksessa on vielä toivomisen varaa. Kasvuun lähteneitä taimia kohdellaan kuormattaessa ja kuormaa purettaessa varsin kova-kouraisesti. Taimisäkkejä sullotaan liian tiukkaan. Suojaamattomien paakkutaimien kuljetus kattamattomassa kuorma-autossa tai peräkärryllä on liian tavallinen näky. Auton 80 km/h nopeutta vastaava 22 m/s tuuli aiheuttaa paitsi mekaanista rasitusta myös voimakasta neulasten kuivumista. Vieläkin yllättävän usein tapaa taimisäkkejä tai kuivia paakkutaimiarkkeja auringonpaisteessa hakkuuaukoilla.

Meillä pitäisi korostaa ja valvoa nykyistään enemmän taimikuljetuksen, varastoinnin ja istutuksen toteutusta. Ohjeistuksen saattaa olla vajavaista. Kanadassa ja USA:ssa annetaan tarkat ohjeet soveliaista istutussäistä (Mitchell ym. 1990, Rose 1992). Suositellaan esimerkiksi, että istutuksen aikana tuulen keskinopeus ei saisi ylittää 5–8 m/s ja maan lämpötilan tulisi olla yli 4 °C. Meillä istutussesonki on niin lyhyt, ettei sääolosuhteita voi aina valita, mutta taimien kohteluun pitäisi kiinnittää sitäkin enemmän huomiota. On myös totta, että moniin taimihuollon yksityiskohtiin, koskien erityisesti paakkutaimia ja kylmävarastojen hyväksikäyttöä, meillä kaivattaisiin lisätietoa.

Karkea arvaukseni on, että huolellisella työllä ja tällä hetkellä parhaiksi tunnetuilla menetelmillä (oikea siemenalkuperä, sopiva taimilaji, kasvatus, kuljetus, varastointi, istutuskohteiden ja -kohdan valinta, istutus, jälkihoito) voitaisiin päästä keskimäärin 75–80 %:n eloonjäämiseen (kuva 4), mikä olisi jo lähellä Etelä-Suomessa istutuskokeissa saavutettua tulosta (80 %). Se tarkoittaisi, että nykyinen viljelytulos paranisi 10–20 prosenttiyksiköllä lisäämällä neuvontatyötä kaikilla osa-alueilla ja tasoilla ja panostamalla työn huolellisuuteen. Parantamisen mahdollisuutta jäisi vielä 20–30 prosenttiyksikköä, joista viimeiset kymmenen prosenttiyksikköä ovat jo varmasti liian kalliita tavoiteltaviksi.

Suomessa taimitutkimuksen aloitti prof. Olli Heikinheimo. Hän perusti Punkaharjun tutkimusasemalle v. 1924 tutkimustaimitarhan. Siitä lähtien tutkimuksia kylvöstä, koulunnasta, juurten leikkauksesta, lannoituksesta, torjunta-aineiden käytöstä, taimien varastoinnista yms. on tehty mittava määrä. On vaikea arvioida kuinka paljon ne ovat hyödyttäneet käytäntöä ja parantaneet uu-

Kuva 4. Arvio mahdollisista keinoista istutustuloksen parantamiseen.



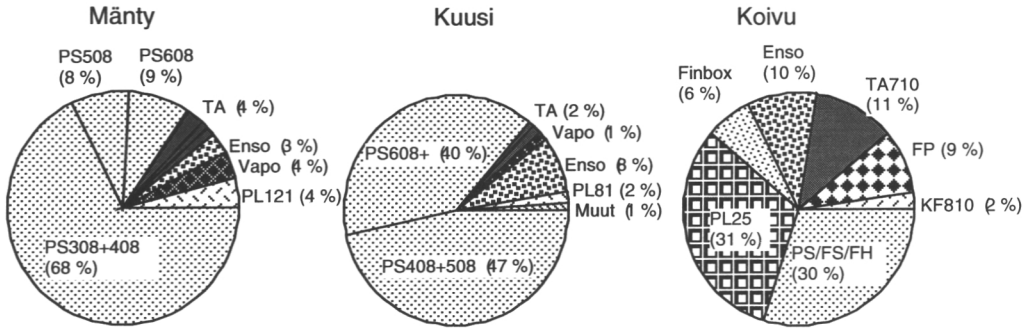
distamistulosta ja mikä osuus kehityksestä on tapahtunut tutkimuksesta riippumatta. Metsänviljelyinventoinneista päätellen ei tulos ole parantunut viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana, vaikka taimien laadun tarhoilla sanotaankin parantuneen. Myöskään taimitarhojen inventaareihin perustuvassa selvityksessä ei ole havaittu taimien pituuden tai sen vaihtelun muuttuneen vajaan parinkymmenen vuoden aikana (Jalkanen ym. 1988). Tosin 1980-luvun kuluessa on myytävän taimimateriaalin laadun todettu parantuneen (Kukkonen 1991).

### *Kasvatusmenetelmiä koskevat tutkimukset*

Mitkä olisivat tällä hetkellä sellaisia taimituotantoa koskevia kysymyksiä, jotka selvittämällä ja käytäntöön soveltamalla voitaisiin istutuksen onnistumista olennaisesti parantaa?

Tarkastellaan ensin käytettäviä *taimilajeja*. Paljasjuuritaimien käyttö on viimeisen 10 vuoden aikana vähentynyt neljännekseen koko taimituotannosta ja jäänee nykyiselle tasolle. Päätaimilaji on paljasjuurisella männyllä edelleen koulittu, kolmivuotias taimi. Sinänsä ihmetyttää miksi juurileikattu taimi ei ole saanut suurempaa jalansijaa (2 % männyistä), vaikka taimilajin kelpoisuutta todistavia tutkimustuloksia on sekä kotimaasta että ulkomailta (Parviainen 1980, Racey & Racey 1988). Männyn ja kuusen paakkutuotannosta valtaosa (80 %) kasvatetaan paperi/ecopoteissa. Koivutuotannossa on suurempaa kirjavuutta, vaikka kovamuovinen plantek- ja paperi/ecopot-taimet kattavatkin yli 60 % tuotannosta (kuva 5).

Onko paakkuvalinta ollut oikea ja onko paakkuvalinnalla ylipäätään merkitystä taimien menestymisen kannalta? Aiemmissa tutkimuksissa ei eri paakkutyypin välillä, aivan ääri vaihtoehtoja lukuunottamatta, ole todettu kovinkaan suurta eroa taimien alkumenestymisessä istutuksen jälkeen (Parviainen 1976, 1984). Paakkutyyppi vaikuttaa kuitenkin myös juuriston muodostumiseen ja tätä kautta taimien pystyssä pysymiseen ja laatuun vielä 10–20 vuoden iällä (Parviainen & Antola 1986, Håkansson & Lindström



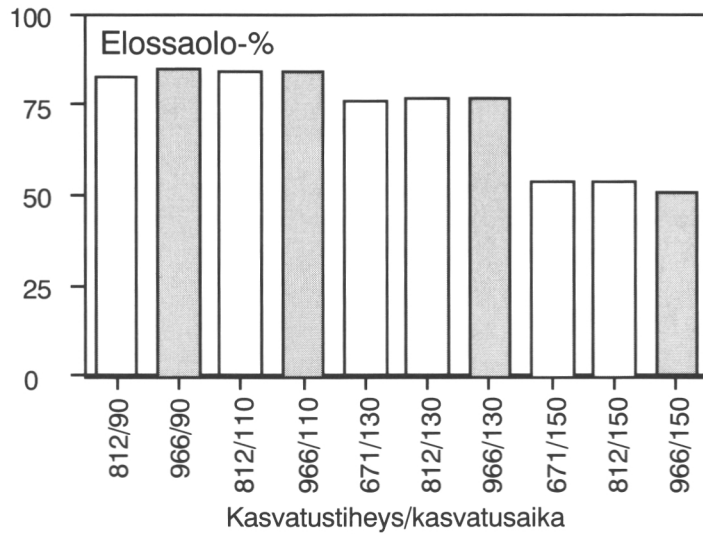
Kuva 5. Suomessa v. 1992 taimituotannossa käytetyt paakku-tyypit puulajeittain (aineisto: Tilasto metsänviljelyyn myydyistä taimista). Suomessa käytettävien paakkujen selitykset: Ekopot (seinämä muovitettu paperi), FS/FH= paperikennno, TA=Takopot (seinämä polystyreeni), Enso (seinämä ohutta muovia), Vapo = juurileikattu kuutiopaakku (ei seinämää), Finbox= turveselluloosaruukku, KF=kombiform (seinämä polystyreeni), PL= plantek (seinämä kovamuovia), FP = turveruukku.

1989). Juuriston rakenteesta ollaankin oltu aika ajoin huolestuneita ja viime aikoina erityisesti Ruotsissa on käyty aiheesta keskusteluja (Aliksson 1992, 1993b, Persson 1993). Uusia "juuristoystävälliseksi" mainostettuja paakkuja tulee jatkuvasti markkinoille (Aliksson 1993a). On vain ongelmallista etteivät testit ehdi antaa tulosta ennenkuin uusi paakku on jo mahdollisesti laajassa käytössä tai peräti hylätty. Sinänsä paakkuvalintaa tulee jatkossa ohjaamaan voimakkaasti myös taimien hinta. Toivoo sopii, etteivät tutkimus ja käytäntö jää tässä liian pahasti markkinavoimien jalkoihin.

Taimien läpimitta ja tanakkuus ovat parhaiten taimien menestymistä ennustavia morfologisia l. rakenteellisia taimitunnuksia (Thompson 1985). Näihin tunnuksiin voidaan parhaiten vaikuttaa *kasvatustiheydellä* (Duryea 1984). Harvassa kasvatusta tuottaa tanakoita, laadukkaita, mutta tuotantokustannuksiltaan kalliimpia taimia kuin tiheässä kasvatusta. Kasvatustiheys onkin taimien laadun ja tuotantokustannusten välinen kompromissi. Ruotsissa on tutkittu kasvatustiheyden vaikutusta taimien menestymiseen laajoissa kenttäkokeissa ja alustavien tulosten mukaan kasvatustaajalla on kasvatustiheyden ohella merkittävä vaikutus taimien istutuksen jälkeiseen menestymiseen (Hultén 1991, Josefsson 1991) (kuva 6).

Suomessa paakku- taimituotannossa käytetään *kasvualustana* pelkästään turvetta. Pohjois-Amerikassa käytetään lähes yksinomaan erilaisia turvesekoituksia (Landis 1990) johtuen osin sikäläisen turpeen huonosta laadusta. Paakku- taimien kasvualustan fysikaaliselle rakenteelle asetetaan taimikasvatukseen eri vaiheissa monia vaatimuksia, jotka tunnetaan jo melko hyvin (esim. Heiskanen 1993). Kasvualustalta edellytettävät ominaisuudet taimitarhavaaiheen jälkeen ovat sensijaan jääneet varsin vähälle huomiolle (Örlander & Due 1986). Esimerkiksi taimien juurien ja turpeen sekä toisaalta turpeen ja metsämaan välillä istutuksen jälkeen mahdollisesti syntyvistä taimien mukautumista haittaavista rajapintaongelmista kaivataan lisää tietoa.

Kuva 6. Kasvatustiheyden (tainta/m<sup>2</sup>) ja kasvatusajan pituuden (vrk) (esim. 812/90=812 tainta/m<sup>2</sup> / 90 vrk) vaikutus männyntaimien elossaoloon 2 vuotta istutuksen jälkeen (Josefsson 1991).



*Lyhytpäiväkäsittelyllä* voidaan nopeuttaa taimien pituuskasvun päättymistä ja karaistumista. Suomessa tätä menetelmää on käytetty vasta kokeilumittakaavassa kuusen taimien kasvatuksessa. Ruotsissa ja Kanadassa se on taimitarhakäytäntöä jo useilla havupuulajeilla (Scagel ym. 1993), mutta myös koivun kasvatuksessa siitä on saatu myönteisiä kokemuksia (Nyström 1992, 1993). Lyhytpäiväkäsittelyä on tutkittu paljon ja sen käytäntöön soveltaminen Suomen olosuhteisiin on tyypillinen ekstensiotoimintaan kuuluva ”viritystehtävä”, mitä Suomessa joillakin tarhoilla on jo tehtykin (esim. Luoranen 1993). Menetelmä antaa hallittavuutta taimikasvatukseen, minkä lisäksi sillä on taimien laatuun voittopuoleisesti myönteinen vaikutus. Kiinnostus lyhytpäiväkäsittelyyn johtuu myös tavoitteesta kasvattaa muovihuoneessa yhden kasvukauden aikana *useampia taimisatoja*, mikä menetelmä on riskialttiimpi kuin yhden sadon kasvatusta, mutta tuotantokustannukset ovat selvästi pienemmät, mikäli kasvatusta onnistuu (Arnott 1992).

Taimien *kastelu* ja *lannoitus* ovat voimakkaasti taimien kehitykseen vaikuttavia toimenpiteitä. Näitä aiheita on meillä tutkittu toistakymmentä vuotta, eikä ole oletettavaa että kummankaan osalta löydettäisiin enää suuria parannuksia. Käytännön taimituotannossa esiintyy kuitenkin vielä yli- ja alilannoitusta ja virheellistä kastelua, mikä johtuu osittain myös käytössä olevasta laitteistosta.

Lannoitustutkimus viime vuosina on keskittynyt taimien ravintilan ja *hyönteis-* (Selander ym. 1990, Selander & Immonen 1991, 1992), *nisäkäs-* ja *tautialtiuden* (Ylimartimo 1991a,b) selvittämiseen. Näissä tutkimuksissa on lannoituksen ja tuhojen välillä havaittu selvää riippuvuutta, mutta epäselvää on edelleen kuinka paljon taimien tuhoaltiuteen voidaan käytännössä vaikuttaa lannoitusta muuttamalla. On myös muistettava, että lannoitus

vaikuttaa erilaisilla taimien eri ominaisuuksiin. ”Oikea” lannoitus onkin kompromissi hyvän juurten ja verson kasvun ja erilaisten tuhoalttiuksien välillä.

Ingestadin kehittämä ns. steady-state lannoitus on uusi menetelmä, jossa ravinteita annetaan tietyissä optimaalisissa suhteissa taimien kasvunopeuden edellyttämä määrä – alussa niukasti ja kasvun edetessä runsaammin (esim. Ingestad & Kähr 1985). Menetelmän toimivuutta kasvatettaessa taimia turvealustassa on muualla jonkin verran testattu, mutta laajempaan käyttöön sitä ei ole toistaiseksi otettu. En kuitenkaan usko, että menetelmä olennaisesti parantaisi taimien laatua tai vähentäisi kustannuksia, vaikka se ilman muuta olisi askel lannoitteita säästävämpään ja ympäristöystävällisempään suuntaan. Mikäli mykorrhizasymppäys tulee tarhoilla käyttöön, täytyy myös lannoitusta niukentaa.

Vaikka lannoitus taimitarhalla hallitaankin melko hyvin, ovat taimien ja *istutuspaikan ravinnetilan* sekä taimien istutuspaikalle mukautumisen yhdysvaikutukset mielenkiintoisia ja osin tuntemattomia. Kanadalaisessa tutkimuksessa on todettu typen puutteen vaivaavan taimia ja vaikuttavan voimakkaasti niiden istutuksen jälkeiseen menestymiseen (Munson & Timmer 1989). Istutuksen jälkeisen taimien ravinnetilan, maanmuokkauksen ja istutuskohdan sekä mahdollisesti taimien mykorrhitsoitumisen lähempi tarkastelu saattaisi tuoda lisätietoa osaan istutuksen epäonnistumisia.

Luonnossa kasvien juuret saavat mykorrhitsat kohta itämisen jälkeen. Taimitarhalla mykorrhitsainfektio on hidasta kasvatusmenetelmistä johtuen. Luonnossa puut monien kasvien tavoin tarvitsevat *mykorrhitsoja* ravinteiden ja veden otossa. Mykorrhitsatutkimus on edennyt voimakkaasti viimeisen 5–10 vuoden aikana ja tulokset osoittavat mykorrhitsojen vaikutuksen olevan voittopuolisesti myönteisiä joskin osittain ristiriitaisia (Marx 1991, Trofymow & Driesche 1991). Kaupallisia mykorrhitsaymppejä on jo saatavissa ja ympäystä harjoitetaan käytännön toimintana Yhdysvalloissa, mutta esim. Ruotsissa (Unestam & Beyer-Ericson 1991) tai Kanadassa (Castellano & Molina 1990, Marx 1991) ei mykorrhitsaymppeys ole vielä käytännön toimintaa.

Suomessakin on herännyt kiinnostus mykorrhitsoihin uudelleen viime vuosina (Lehto 1989, 1992abc, Wäre 1990, Sarjala & Kupila-Ahvenniemi 1992, Sen 1992). On kuitenkin liian varhaista sanoa mikä on mykorrhitsojen merkitys käytännössä Suomen olosuhteissa. Mykorrhitsaymppeys mielestäni on kuitenkin yksi niistä potentiaalisista tekijöistä joilla on mahdollista selvästi parantaa taimien laatua ja metsänviljelytulosta. Esimerkiksi peltojen metsitysongelmat saattavat osin johtua taimien ja uudistettavan alueen mykorrhitsattomuudesta. Paljon tutkimusta tarvitaan vielä alustavien tulosten testaamiseksi taimitarhaolosuhteissa sekä sopivien sienikantojen ja ympäysmenetelmien kehittämiseksi.

## Taimien laadunvalvonta

Kasvatusmenetelmiin kohdistuvat tutkimukset parantavat, tuloksia tuottaessaan, taimien laatua kasvatusprosessin kautta, mikä onkin tärkein ja taloudellisin tie. Kaikessa tuotannossa tarvitaan kuitenkin *laadunvalvontaa* prosessin eri vaiheissa. Meillä Suomessa säännöt ja valvonta taimituotannossa keskittyvät voimakkaasti lopputuotteeseen, myytävään taimeen. On paljon keskusteltu siitä onko metsään menevän taimimateriaalin laadun viranomaisvalvonta ylipäättään tarpeen. Tärkein osa tätä valvontaa on maamme metsien kannalta taimien *perinnöllisen laadun* sekä *terveyden* valvonta.

Alkuperätutkimukset osoittavat, että pohjoisesta etelään siirrettäessä taimien kestävyys ja eloonjääminen paranevat, mutta kasvu heikkenee. Korkein puuston kokonaistuotos saavutetaankin männyllä paikallisella alkuperällä ja kuusella hieman viljelypaikkaa eteläisemmällä alkuperällä (Koski 1989). Luontaisessa uudistamisessa siemenmäärä on erittäin suuri verrattuna istutukseen, mutta myös karsiutumisen on runsasta. Karsiutumiseen johtavia syitä ei tarkoin tunneta, mutta ainakin pidemmän ajanjakson kuluessa se kohdistunee perimältään sopeutumattomaan ainekseen. Myöskään *istutusmateriaalin perimän* osuutta istutustaimien kuolleisuudesta ei ole juuri selvitetty. Koska taimikasvatuksen aikana viljelymateriaalin geneettinen rakenne muuttuu hyvin vähän (Weissenberg 1981, Savolainen ja Kärkkäinen 1992), voitaisiin epäillä, että istutettavissa taimissa on mukana myös heikosti sopeutuvia yksilöitä. Viljelytuloksien mukaan paikallisella alkuperällä saavutetut tulokset ovat yleensä sitä heikompia mitä pohjoisemmaksi mennään, mikä voisi viitata siihen, että pohjoista kohti aina suurempi osa istutusmateriaalista olisi geneettisesti sopeutumaton paikallisiin olosuhteisiin. On kuitenkin arveltu, että Suomessa näiden osuus jäisi muutama prosenttiin taimista.

Istutukseen lähetettävien *taimien terveys* on myös erittäin tärkeä laatutekijä. Sairastunut taimi ei kestä kuljetuksen, varastoinnin ja istutuksen aiheuttamaa rasitusta, vaan kituu ja kuolee usein jo istutusvuonna. Koska eräät taudit kuten versosurma, männynkariste ja juurilaho ovat myöhäisinä keväinä varsin vaikeasti havaittavissa tarhalla, voidaan kysyä missä määrin heikoimmat istutustulokset ovat olleet ”piilevien” tautien aiheuttamia. Menetelmän kehittäminen levossa olevien taimien sienitautien nopeampaan ja varmempaan tunnistamiseen voisi auttaa merkittävästi sairaiden taimierien havaitsemisessa ja parantaisi merkittävästi metsään istutettavien taimien laatua. Myös koulutuksella ja valvonnan tiukentamisella jo nykytiedon osalta voitaisiin tulosta parantaa.

Muut laatutunnukset voidaan jakaa kolmeen pääryhmää: morfologiset, fysiologiset ja suoriutumistunnukset. Näistäkin tarvitaan lisätietoa, valvoipa laatua viranomainen tai pelkästään asiakas. Osa tutkimusaktiiviteetista suuntautuu edelleen taimien laa-

dun mittaamiseen käytettävien tunnusten tutkimiseen. Pääosa työstä on koskenut taimien *morfologista ts. rakenteellista laatua*. Rakenteelliset tunnukset ovat yhä edelleen ympäri maailman käytetyimpiä kriteereitä taimien laadun arvioinnissa, vaikka fysiologisia laatumittareita on yritetty kehittää ja kehitetään edelleen (Johnson & Cline 1991).

Taimien *elintoimintoihin perustuvia testejä* on kehitetty jo vuosikymmeniä, mutta toistaiseksi ne eivät ole osoittautuneet riittävän yksiselitteisiksi ja käytäntöön sovellettaviksi. Uusimpia tutkittuja fysiologisia tunnuksia ovat mm. mikroskooppisesti silmusta havaittava solunjakautumisaktiivisuus (mitotic index), haihtuvien kaasujen mittausta stressiin altistetuilta taimilta (SIVE), taimen lämpötilaan perustuva infrapunakuvaus ja klorofylli fluoresenssi (esim. Johnson & Cline 1991). Kaikkia näitä menetelmiä on käytetty kokeellisessa tutkimuksessa ja tulokset ovat lupaavia, mutta menetelmien kehittäminen käytännön taimitarhatoimintaan vienee vielä aikaa. Suomessa ei näiden tunnuksien tutkimiseen ole panostettu, vaan on odotettu tuloksia muualta.

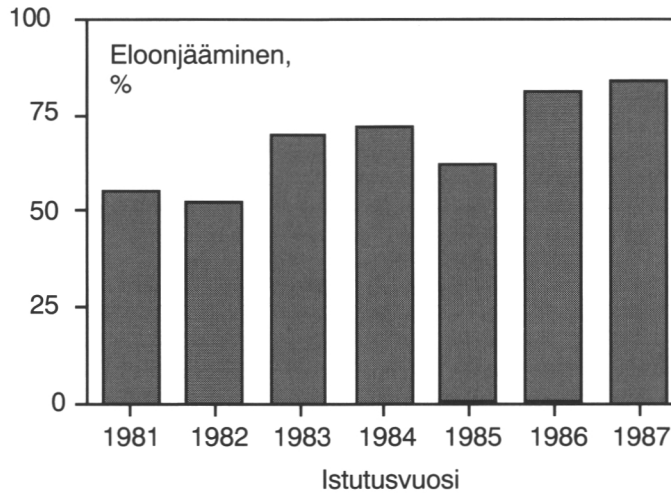
*Suoriutumistestit* (performance tests) ovat tavallaan nopeita istutuskokeita, joissa taimien laatu pyritään selvittämään muutamien viikkojen tai vuorokausien kuluessa. Eniten käytössä olevia ovat juurten kasvupotentiaali ja silmun puhkeamistestit. Edellisessä mitataan taimen kykyä tuottaa uusia juuria suotuisissa olosuhteissa ja jälkimmäisessä mitataan aikaa silmunpukkamiseen. Molemmissa voidaan rasittaa taimia ennen testiä, mutta tuloksen saaminen vie silloin pitempään. Näiden testien hitaus on muutenkin yksi suurimmista haitoista. Myös riittävän edustavan taiminäytteen saaminen taimierästä talvella on työlästä. Juurten kasvupotentiaalia on meilläkin tutkittu ja todettu, että sen avulla voidaan havaita vakavat juuristovauriot ja estää taimierän vieminen metsään. Tämä testi erilaisina sovellutuksina on meillä joillakin taimitarhoilla keväisin käytössä.

## Johtopäätökset

Mitä pitäisi tehdä istutustulosten parantamiseksi? Käytännön puolella työn laatuun tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota opastuksen ja valvonnan keinoin.

Uudella tutkimustiedolla on mahdollisuuksia parantaa metsänviljelyn tulosta, mutta myös jo tutkitun tiedon välittämiseen käytäntöön kannattaisi panostaa. Hyvän esimerkin istutustulosten parantumisesta tarjoaa Kanadassa Brittiläisen Kolumbian viljelyinventointitulokset (Mitchell ym. 1990) (kuva 7). On vielä huomattava, että tämä tapahtui ajanjaksona, jolloin taimituotannon määrä kasvoi lähes kolminkertaiseksi. Kanadalaiset itse arvioivat parantumisen tehokkaan tutkimuksen ja neuvontatyön sekä luonnollisesti työn laadun paranemisen ansioksi.

Kuva 7. Taimien eloonjääminen Brittiläisessä Kolumbiassa Kanadassa (Mitchellin ym. 1990).



Mitkä ovat tutkimusaiheet, joista selvimmän olisi mahdollisuus suuriin edistysaskeleisiin?

- 1) *Taimikuolleisuuden* syiden ja vaikeasti uudistettavien *ongelma-alueiden* tunnistamismenetelmien selvittäminen. Tällainen tutkimus edellyttää tiivistä yhteistyötä käytännön kanssa.
- 2) Taimenkasvatusmenetelmien osalta parhaita lupauksia nähdäkseen antavat *mykorrhizatutkimukset* ja paakkutaimien *kasvualustatutkimukset* yhdistettynä *uudistusalan ominaisuuksien* tutkimiseen.
- 3) Menetelmä taimimateriaalissa ”*piilevien*” *tautien* havaitsemiseksi riittävän ajoissa säästäisi turhilta kustannuksilta.

Olen tarkastellut aihetta pitkälti istutustuloksen parantamismahdollisuuksien kannalta. Aina ei päämääränä ole tuloksen parantaminen, vaan tavoitteena voi olla myös kustannusten alentaminen tulostason pysyessä ennallaan. Menetelmien kannattavuutta laskeaan entistä tarkemmin. Istuttaminen uudistamismenetelmänä joutuu kilpailemaan sekä kylvön että luontaisen uudistamisen kanssa. On myös muistettava, että taimikasvatus ei ole muusta yhteiskunnasta irrallista toimintaa. Yleinen mielipide säätelee metsätaloutta voimakkaasti. Ympäristön huomioonottaminen torjunta-aineiden ja lannoitteiden käytössä nousee myös taimitarhoilla tärkeäksi kysymykseksi. Myös ilmastonmuutosennusteet ja monimuotoisuusvaatimukset lisännevät vähän viljeltyjen puulajien, esim. jalojen lehtipuiden, taimien kasvatusta, mikä saattaa nostaa uusia kysymyksiä tutkimuksen selvitettäväksi.

## Kirjallisuus

- Alriksson, B.-Å. 1992. Rotsnurr och instabilitet – Norrlands mardröm. *Skogen* 10:18–19.
- 1993a. ”Plantek” bäst i klassen? *Skogen* 8:28–30.
- 1993b. Rotsnurr fortsatt mardröm? *Skogen* 9:34–38.
- Arnott, T. 1992. Forest renewal by artificial regeneration: A review of research in Western Canada. *Commonwealth Forestry Review* 71:40–46.
- Castellano, A. & Molina, R. 1990. Mycorrhizae. In: Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E., Barnett, J.P. *The container tree nursery manual. Agriculture handbook 674. Volume 5: The biological component: Nursery pests and mycorrhizae.* Washington DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service:101–171.
- Duryea, M. L. 1984. *Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality.* Teoksessa: 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.
- Heinonen, T. & Lukkari, T. 1987. Puulajien kasvupaikkavaatimukset. Alustavia tuloksia männyn, kuusen ja rauduskoivun viljelyn onnistumisesta Nurmeksessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 283. 19 s.
- Heiskanen, J. 1993. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 337–358.
- Holopainen, T. & Heinonen-Tanski, H. 1993. Effects of different nitrogen sources on the growth of Scots pine seedlings and the ultrastructure and development of their mycorrhizae. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 362–372.
- Hultén, H. 1991. Etablering av 1-åriga täckrotsplanter av gran med skilda odlingssätt på ståndorter i Södra Sverige – Resultat efter första och andra säsongen i fält. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Stencil nr 68. 70 s.
- Huuri, O. 1972. Istutuksen suoritus-tavan vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 75.6. 92 s.
- Huuri, O. 1973. Taimitarhanoston suoritus-tavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen. *Folia Forestalia* 177. 25.
- Huuri, O. 1980. Juurten hienofosfaattikäsitteilyn vaikutus männyn ja kuusen istutustaimien alkukehitykseen kivennäismailla. *Folia Forestalia* 445. 25 s.
- Håkansson, L. & Lindström, A. 1989. Försök med olika behållartyper. Resultat av stabilitets- och rotundersökning 9 år efter plantering. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Avdelningen för skogsförnyelse. Garpenberg. Stencil nr 52. 40 s.
- Ingestad, T. & Kähr, M. 1985. Nutrition and growth of coniferous seedlings at varied relative nitrogen addition rate. *Physiologia Plantarum* 65:109–116.
- Jalkanen, A., Rikala, R. & Smolander, H. 1988. Height variation of transplanted seedlings of Scots pine in Finnish nurseries. *New Forest* 2: 247–259.
- Johnson, J. D. & Cline, M. L. 1991. Seedling quality of southern pines. Teoksessa: Duryea, M.L. & Dougherty, P.M. (toim.), *Forest regeneration manual.* Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. s. 143–159.
- Josefsson, M. 1991. Plantstorlekens betydelse för tallplantors etablering på biologiskt skilda ståndorter i Norrland – Resultat efter två tillväxtsäsonger i fält av ”Plantstorleksprojektets” serie C. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Stencil nr 71. 53 s.
- Kauppi, P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation of the planting site. Tiivistelmä: Metsänviljelytaimien vaurioituminen noston ja istutuksen välillä. *Acta Forestalia Fennica* 185. 49 s.
- Kellomäki, S. 1991. Metsänhoito. Joensuun yliopisto. *Silva Carelica* 8. 501 s.
- Kinnunen, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. *Folia Forestalia* 318. 25 s.

- 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. *Folia Forestalia* 727. 23 s.
- & Lemmetyinen, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. *Folia Forestalia* 419. 19 s.
- & Linnanmäki, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. *Folia Forestalia* 329. 32 s.
- & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11–12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. *Folia Forestalia* 546. 20 s.
- & Riikkilä, M. 1986. Tuoreiden ja lehtomaisten kankaiden 6–8 vuotiaiden taimikoiden tila Pirkka-Hämeessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 235: 15–22.
- & Vanamo, A. 1987. Männyn uudistamisen onnistuminen Satakunnassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 270:14–23.
- Koski, V. 1989. Siemensiirrot ja ilmaston sopeutuminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 328: 20–37.
- Kukkonen, H. 1991. Taimituotannon kehityssuuntia 1980-luvulla. Esitelmämoniste. *Metsätaimitarhapäivät Kekkilä Oy:ssä* 17.1.1991. 8 s.
- Landis, T. D. 1990. Growing media. 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: 41–85.
- Lehto, T. 1989. Männyntaimien mykorritsat keskustaimitarhoilla. *Folia Forestalia* 726.
  - 1992a. Effect of drought on *Picea sitchensis* seedlings inoculated with mycorrhizal fungi. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7:177–182.
  - 1992b. Mycorrhizas and drought resistance of *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. I. In conditions of nutrient deficiency. *New Phytology* 122:661–668.
  - 1992c. Mycorrhizas and drought resistance of *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. II. In conditions of adequate nutrition. *New Phytology* 122: 669–673.
- Leikola, M. 1976. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikoikeesta. *Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja* 17. 12 s.
- & Rikala, R. 1974. Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla. *Folia Forestalia* 201. 19 s.
- Levula, T. 1986. Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus männyntaimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 235:45–47.
- Luoranen, J. 193. Lyhytpäiväkäsittelyn käyttö kuusenpaakkutaimien kasvatuksessa. Pro gradu-tutkielma. *Metsänhoitotiede. Helsingin yliopisto.* 67 s.
- Lähde, E. 1978. Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen. *Folia Forestalia* 338. 27 s.
  - , Högnäs, B., Jaakkola, A. & Huuri, O. 1983. Tall- och granplanteringsutveckling på Åland. *Folia Forestalia* 579. 18 s.
- Marx, D. H. 1991. The practical significance of ectomycorrhizae in forest establishment. In: *The Marcus Wallenberg Foundation Symposia Proceedings 7: Ecophysiology of ectomycorrhizae of forest trees.* s. 54–90. ISSN 0282-4647.
- Metsämuuronen, M., Kaila, S. & Räsänen, P.K. 1978. Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. *Folia Forestalia* 349. 33s.
- Mitchell, W.K., Dunsworth G., Simpson, D.G. & Vyse, A. 1990. Planting and seeding. Teoksessa: Lavender, D.P., Parish, R., Johnson, C.M., Montgomery, G., Vyse, A., Willis, R.A. & Winston, D. (toim.) *Regenerating British Columbia Forests.* University of British Columbia Press. Vancouver. s. 235–253. ISBN 0-7748-0352-5.
- Munson, A. D. & Timmer, V. R. 1989. Site-specific growth and nutrition of planted *Picea mariana* in the Ontario Clay Belt. I. Early performance. *Canadian Journal of Forest Research* 19: 162–170.
- Nyström, C. 1992. Odlingsteknik för täckrotsplanter av björk. Skogshögskolan, Garpenberg. Information från skogsbrukets plantgrupp. Ett faktablad producerat av avd. för skogsförnyelse. Skogshögskolan, Garpenberg. Plantnytt 6. 4 s.

- 1993. Beskogning av åkermark. Skogshögskolan, Garpenberg. Information från skogsbrukets plantgrupp. Ett faktablad producerat av avd. för skogsförnyelse. Skogshögsskolan, Garpenberg. Plantnytt 5–6. 8 s.
- Parviainen, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. *Folia Forestalia* 268. 21 s.
- 1980. Juurten leikkaaminen männyn paljasjuuristen taimien kasvatusmenetelmänä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98.2. 131 s.
- 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. *Folia Forestalia* 593. 35 s.
- & Antola, J. 1986. Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa mäntyistutuksissa. *Folia Forestalia* 671. 29 s.
- Paterson, J. 1993. Handling and planting methods influence field performance of red pine 10 years after planting. *Forest Chronicle* 69: 589–593.
- Persson, P. 1993. Rotsnurr – ett problem under kontroll. *Skogen* 1:42–43.
- Puttonen, P. 1986. Characterization of bareroot planting stock quality using physiological attributes with specific reference to carbohydrate and abscisic acid concentration of needles. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 55. 104 s.
- Racey, J. E. & Racey, G. D. 1988. Undercutting and Root Wrenching of Tree Seedlings: An Annotated Bibliography. Ministry of Natural Resources, Ontario. Forest Research Report 121. 79 s.
- Raulo, J. & Rikala, R. 1974. Tuloksia metsänviljelyalojen tarkastuksista Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan piirimetsälautakuntien alueilla. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja 12:1–8.
- 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. *Folia Forestalia* 462:1–13.
- Rikala, R. 1979. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja 31.12 s.
- 1983. Av tallplantornas livsfunktioner orsakad uppvärmning av transportsäckarna. Årsskrift for Nordiske Skogplanteskoler 1982:23–30.
- & Häkkinen, R. 1993. Silmuhäiriöisten männyntaimien maastomenestymisen. Käsikirjoitus. 15 s.
- Rose, R. 1992 Seedling handling and planting. Teoksessa: Hobbs, S. D., Tesch, S. D., Owston, P. W., Stewart, R. E., Tappeiner II. J. C. & Wells G. E. (toim.) Reforestation practices in Southwestern Oregon and North California. Forest Research Laboratory. Oregon State University, Corvallis, Oregon. s. 328–344.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. *Folia Forestalia* 644. 60 s. ISBN 951-40-0725-5. ISSN 0015-5543.
- 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. *Folia Forestalia* 702. 39 s.
- 1988. Viljelytiheys ja istutustaimien kunto Suonenjoella kesällä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 289. 26 s.
- 1989. Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. *Folia Forestalia* 733. 32 s.
- 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 418. 48 s.
- , Nerg, J. & Tuovinen, J. 1990. Havupuutaimikoiden tila 3–8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. *Folia Forestalia* 753. 30 s.
- Sarjala, T. & Kupila-Ahvenniemi, S. 1982. Development of mycorrhizae in seedlings of the Scots pine during the first two growing seasons. *Aquilo Ser.Bot.* 18: 16–26.
- Savilampi, P. 1988. Kärämäen viljelytaimikoiden tila 5 ja 10 vuoden iällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 295: 44–55.
- Savolainen, O. & Kärkkäinen, K. 1992. Effect of forest management on gene pools. *New Forests* 6:329–345.
- Savilampi, P. 1984. Muhoksen ja Kälviän viljelytaimikoiden inventointituloksia.

- Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158: 51–61.
- Scagel, R., Bowden, R., Madill, M. & Kooistra, C. 1993. Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines. Province of British Columbia. Ministry of Forests. 75 s. ISBN 0-7726-1799-6.
- Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. 1990. Luontaisen ja istutetun männyn-taimen kestävyys tukkimiehentäitä vastaan. *Folia Forestalia* 766. 19 s.
- & Immonen, A. 1991. Lannoituksen vaikutus männyn-taimien tuhonalttiuteen tukkimiehentäille. *Folia Forestalia* 771.
- & Immonen, A. 1992. Effect of fertilization and watering of Scots pine seedlings on the feeding preference on the pine weevil (*Hylobius abietis* L.). *Silva Fennica* 26:75–84.
- Sen, R. 1992. Isozyme analyses of mycorrhizal fungi and their mycorrhiza in identification, population biology and competition studies. University of Helsinki. Väitöskirja. 359 s. ISBN 952-90-3929-8.
- Shiver, B. D., Borders, B. F., Page, H. H. J. & Raper, S. M. 1990. Effect of some seedling morphology and planting quality variables on seedling survival in the Georgia Piedmont. *Southern Journal of Applied Forestry* 14: 109–114.
- Tasanen, T. 1982. Plogning av skogsmark i södra Finland. Årskrift for Nordiske Skogplanteskolor 1981:97–107.
- Thompson, B. E. 1985. Seedling morphological evaluation – What you can tell by looking. Duryea, M.L. (ed), *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests*. Forest research laboratory. Proceedings of the workshop held October 16–18, 1984. Oregon State University, Corvallis. s.59–71. ISBN 0-87437-000-0.
- Tilasto metsänviljelyyn myydyistä taimista. Maa- ja metsätalousministeriö. Konekirjoite. 10 s.
- Trofymow, J. A. & Driessche, van den R. 1991. Mycorrhizas. Teoksessa: van den Driessche, R. (toim.) *Mineral nutrition of conifer seedlings*. CRC Press Boca Raton, Ann Arbor, Boston. s. 183–228. ISBN 0-8493-5971-6.
- Unestam, T. & Beyer-Ericson, L. 1991. Diseases of container-grown conifer nursery seedlings in Sweden. Teoksessa: Sutherland, J.R. and Glower, S.G. (toim.) *Proceedings of the first meeting of IUFRO Working Party S2.07-09 (Diseases and Insects in Forest Nurseries) Pacific and Yukon Region*. Information Report BC-X-331. s. 105–108.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Valtanen, J. 1991. Pohjanmaan viljelytaimikoiden alkukehitys. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 387: 67–83.
- & Lehtosaari, A. 1991. Männyn uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä Siikalatvan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 388. 120 s.
- Weissenberg, K. v. 1981. Taimitarhakasvatuksen ja -lajittelun vaikutukset metsien geneetisiin ominaisuuksiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 34:15–40.
- Wäre, H. 1990. Effects of soil fertility on root colonization and plant growth of *Pinus sylvestris* nursery seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5:493–499.
- Ylimartimo, A. 1991a. The effect of nitrogen and potassium availability on Scleroderis canker of Scots pine seedlings. *Water Air and Soil Pollution* 54: 307–313.
- 1991b. Effects of foliar nitrogen, potassium and magnesium concentrations on the resistance of Scots pine seedlings to Scleroderis cancer infection. *European Journal of Forest Pathology* 21: 414–423.
- Yli-Vakkuri, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 49.1. 59 s.
- , Räsänen, P.K. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Savon, Keski-Savon ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 2. 92 s.
- Örlander, G. & Due, K. 1986. Location of hydraulic resistance in the soil-plant pathway in seedlings of *Pinus sylvestris* L. grown in peat. *Canadian Journal of Forest Research* 16:115–123.

# Taimien ominaisuuksien vaihtelu ja taimisatojen inventointi

---

*Anneli Jalkanen*

Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) päätöksessä metsänviljelyaineiston kaupasta (No. 1533/92) todetaan 12 §:ssä taimien hyväksyttävästä laadusta ja sen mittaamisesta seuraavaa: ”Taimierästä on taimien kokoon perustuvaa lajittelua varten määritettävä luotettavan tuloksen antavalla otannalla mediaanipituus. Taimierällä tarkoitetaan yhdestä siemenerästä peräisin olevaa tai kasvullisesti monistettua taimijoukkoa, joka on kasvatettu rajattavissa olevalla alueella ja jota on käsitelty yhtenäisesti. Pituudeltaan muusta taimierästä poikkeavat osat voidaan rajata omaksi taimijoukokseen.” Minimipituus yksittäisille taimille taimierässä katsotaan edellä lasketun mediaanipituuden kohdalta taulukosta. 13 §:ssä luetellaan lisäksi muut laatuvaatimukset jotka taimien on täytettävä pituuden lisäksi. ”Kaupan kohteena olevassa taimierässä saa olla yksittäisiä taimia, jotka eivät täytä 13 §:ssä tarkoitettuja laatuvaatimuksia, kuitenkin enintään 5 prosenttia taimien kokonaismäärästä.”

Taimien kokoluokituksen muututtua uuden MMM:n päätöksen myötä tarvittiin uudet, sen kanssa yhteensopivat ohjeet myös inventoinnille. Taimien inventointi on aikaa vievä työvaihe taimitarhalla, joten se tulisi tehdä mahdollisimman tehokkaasti. Täten inventointimenetelmää pyrittiin kehittämään nopeammaksi ja tarkemmaksi. Sillä pitää saada laskettua päätöksessä mainittu taimierän mediaanipituus ja saanto (myyntikelpoisten määrä). Inventoinnin kehittämisen pohjana käytettiin taimisatojen vaihtelua selvittäneitä tutkimustuloksia vuosilta 1988–1993 (Jalkanen 1994). Kehitystyössä käytettiin apuna myös aikaisempaa Taimi-Tapion ohjetta (Taimi-Tapio 1990), Kanadassa paakkutaimille käytössä ollutta ohjetta (Racey 1989) ja optimiotoskoon määrittämisen ohjetta paljasjuuritaimille (Mize ja Hansen 1991).

## Taimisatojen kokovaihtelu

Taimitarhalla tehtävää laaduntarkkailua varten täytyy laadun mittaamiseen käytettävästä muuttujasta tuntea seuraavat asiat: (i) muuttujan ja maastomenestymisen välinen suhde, (ii) muuttujan vaihtelu ja (iii) mittaustarkkuus (Puttonen 1989). Taimitarhalla tehtävistä laatumittauksista helpoin ja siksi käytetyin on taimen koko, esim. pituus ja läpimitta, jotka kuvaavat yleensä sekä taimen kasvuolosuhteita taimitarhalla että sen kasvupotentiaalia maastossa istutuksen jälkeen. Pienet ja allejääneet taimet ovat joko perimältään tai fysiologialtaan heikompia joten ne tulisi raakata pois ennen taimien myymistä. Kuitenkin jos myyntierässä on hyvin vähän asetettua vähimmäiskokorajaa pienempiä taimia, lajittelua ei kannata tehdä.

Taimien morfologisten (kokoja ja muotoa) ja neulasten ravinnetilaa kuvaavien laatutunnusten vaihtelua ja yhteisvaihtelua tutkittiin koulituilla männyn paljasjuuritaimilla ja erilaisilla paakkutaimilla. Kun taimisatojen ”normaali” vaihtelu tunnetaan, voidaan laskea mittaustarkkuus vaihtoehtoisille otantasysteemeille. Varsinaiset mittausrvirheet kokomittauksissa ja ravinnekonentraatioiden määrittämissä sisältyvät myös kokonaisvaihteluun.

Aineistona tutkimuksissa käytettiin sekä taimitarhoilta saatuja kaksi- ja kolmevuotiaan paljasjuurisen männyn inventointitietoja vuosilta 1973–1986 että Metsäntutkimuslaitoksen keräämiä taimien kokoa kuvaavia aineistoja vuosilta 1987 (koulitut paljasjuuriset männyt) ja 1989 (männyn paakkutaimet), 12 taimierää paljasjuuri- ja 32 taimierää paakkutaimia. Kaikissa tutkimuksissa käytettiin eräkohtaista systemaattista ryväotantaa: paljasjuurisilla männyillä mitattiin kustakin taimierästä sadasta mittauskohdasta kolme tainta (ryväs) kustakin, paakkutaimilla mitattiin sadasta taimierästä kymmenen tainta kustakin. Aineistoista laskettiin, miten suuri vaihtelu kullakin mitatulla muuttujalla oli ja miten suuri osuus kunkin muuttujan kokonaisvaihtelusta jakaantui taimierien, mittaushkohtien ja taimien välille. Tätä tietoa käytettiin hyväksi laskettaessa eri muuttujille tarvittavat otoskoot.

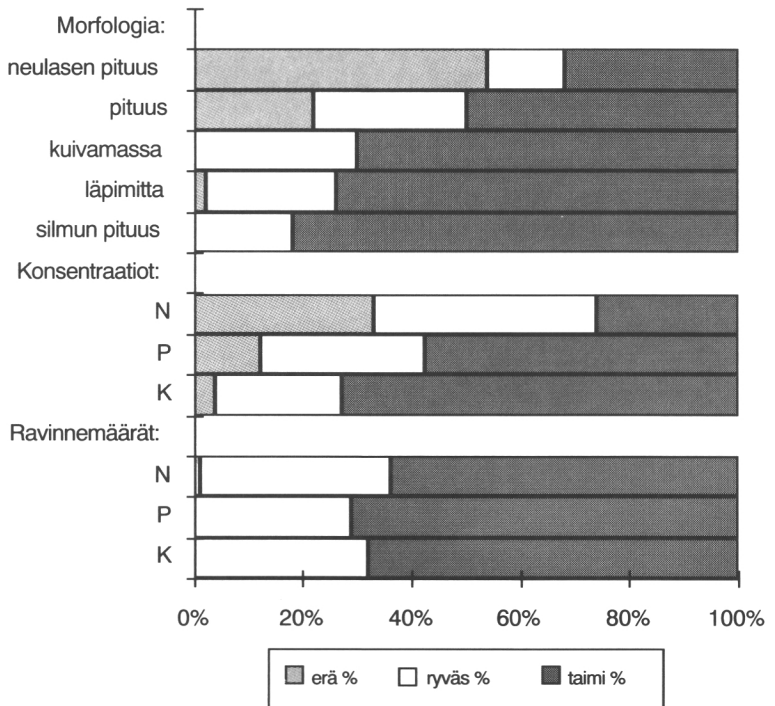
Tuloksissa havaittiin, että paljasjuurisilla männyntaimilla lähes kaikilla muuttujilla suurin osa vaihtelusta oli taimiyksilöiden välisistä, jossa vaihtelun suuruus oli noin 60 prosenttia, taimirypäiden välillä 20 prosenttia ja taimierien välillä 20 prosenttia (kuva 1, vrt. Jalkanen ym. 1992, Jalkanen ja Rikala 1994). Taimirypäiden välinen vaihtelu oli siis noin neljäsosa erän sisällä olevasta vaihtelusta. Ainoa poikkeus oli neulasten pituus, jossa suurin osa (53 prosenttia) vaihtelusta oli taimierien välillä. Taimierien pituushajonta kasvoi erän keskipituuden kasvaessa ja erien keskipituuksien vuosien välinen vaihtelu oli suurta. Kuitenkin suurin osa tutkituista taimieristä edusti kahta pienintä pituusluokkaa, eikä kehityssuuntia taimien keskipituudessa tai taimierien tasaisuudessa (keskihajonnassa) ollut havaittavissa. Vaihtelevimpia muuttujia olivat kuivapainotunnukset ja vähiten vaihteleva oli taimen läpimitta.

Männyn paakkutaimilla paakkuarkkien välinen vaihtelu oli noin 30 % erän sisäisestä vaihtelusta ja taimien välinen loput 70 %. Suurimmillaan taimien välisen vaihtelun osuus erän kokonaisvaihtelusta oli 90 % ja pienimmillään 60 %. Keskimääräinen pituuden vaihtelukerroin (keskihajonta/keskiarvo) oli männyn paakkutaimiaineistossa 24 % ja suurin 34 %. Kuusen paakkutaimilla taimiarkkien välinen varianssi oli 28 %, koivulla 29 % (Koivuniemi 1986). Kuusen paakkutaimilla on keskimääräinen pituuden variaatiokerroin ollut 27 %, koivulla 26 % (Koivuniemi 1986).

Laaduntarkkailun kannalta tuloksia voi tulkita siten, että useimmat tutkituista morfologisista tunnuksista soveltuvat parhaiten yksittäin tapahtuvaan taimiraakkaukseen, koska erän sisäinen yksilövaihtelu on niin suurta. Pituus-läpimittasuhte ja useimmiten myös juuri-versosuhte olivat riippumattomia taimien koosta, ts. yhden taimierän sisällä tarkasteltuna isommat taimet eivät olleet rakenteeltaan epätasapainoisempia kuin pienet taimet. Sen sijaan pienillä taimilla oli suhteellisesti vähemmän neulasmassaa kuin isoilla saman erän sisällä. Neulasmassan määrä riippui siten sekä taimierän keskikoosta että taimen suhteellisesta asemasta erän kokojakaumassa.

Useimmat taimien morfologisista tunnuksista, kuten pituus, pituuskasvu, läpimitta ja silmun pituus korreloivat positiivisesti keskenään. Uusien neulasten pituus ja pääjuuren pituus eivät

Kuva 1. Kokonaisvaihtelun jakautuminen taimierien, rypäiden (mittauskohtien) ja taimien välillä paljasjuuristen männyntaimien morfologisissa tunnuksissa ja neulasten ravinnekonentraatioissa sekä neulasten ravinne-määrissä kahdella taimitarhalla (N=565). Ravinne-määrä = neulasmassa \* ravinnekontraatio.



korreloineet yhtä hyvin muiden muuttujien kanssa. Uusien neulas-ten pituuden korrelaatio pituuden ja juuren pituuden kanssa oli lähes nolla.

Pääravinteiden pitoisuudet (N, P, K, Ca, Mg) männyn paljasjuuritaimien neulasissa vaihtelivat vähemmän kuin hivenravinteiden (Mn, Fe, Cu, Al, Na, Zn) pitoisuudet. Joillakin ravinteilla vaihtelusta suurempi osuus oli erien ja mittauskohtien välillä kuin morfologisilla tunnuksilla, mikä antaa tukea eräkohtaiselle ravinnetilan kuvaukselle.

## Inventointimenetelmän kehittäminen

Inventointimenetelmää kehiteltiin kahdella tavalla. Ensiksi haluttiin tarkistaa inventoinnin tekninen suoritustapa eli tehdä se nopeammaksi, ja toiseksi haluttiin tarkistaa taimisatojen vaihtelutietojen perusteella tarvittava otoskoko. Otskoon riittävyys testattiin muutamilla vaihtelevimmilla männyn paakku- ja paljasjuurisilla erillä. Ensin laskettiin optimaalinen otoksen koko eri poimintakustannuksille eli mittauskohtien määrille, mutta käyttäen keskimääräistä vaihtelukerrointa (24 %) ja keskimääräistä mittauskohtien ja taimien välisen vaihtelun osuutta (30 % ja 70 %). Otoksen poimintakustannuksena käytettiin mittauskohdan paikantamisen kustannuksen suhdetta yhden taimen mittaamiseen mittauskohdasta. Isoissa taimierissä mittauskohdan etsimiseen kuluu suhteellisesti enemmän aikaa kuin pienissä. Seuraavaksi laskettiin kullekin valitulle kustannussuhde-otoskokoparille sitä vastaava tarkkuus (engl. *precision*), eli puolen 95 prosentin luottamusvälin pituus prosentteina erän pituuden keskiarvosta eri mittauskohtien määrille.

Taimitarhatutkimusten tulosten perusteella voidaan laskea tarvittava otoskoko, kun tiedetään taimi-inventointiin käytettävissä oleva rahamäärä ja haluttu keskiarvon arvion tarkkuus. Mitä suurempi oli laatutunnukselle ominainen taimien välinen vaihtelu verrattuna mittauskohtien väliseen vaihteluun ja mitä suurempi oli mittauskohdan valintakustannus verrattuna yhden taimen mittaamiseen, sitä suurempi on optimaalinen mittauskohdan koko taimien lukumäärällä mitattuna. Mittauskohtien määrä voidaan määrätä joko kustannus- tai tarkkuusvaatimuksen perusteella.

Mitä useampia mittauskohtia mitataan, sen parempi on tieteen keskiarvon arvion tarkkuus. Mitä suurempi on muuttujan kokonaisvaihtelu taimierässä, sitä useampia mittauskohtia tarvitaan saman tarkkuuden saavuttamiseksi. Kuvassa 2 on verrattu kahta männyn paakkutaimierää, joista parempi tarkkuus tietyllä otoskoolla saavutetaan kun pituuden vaihtelukerroin on 24 prosenttia (Kuva 2a) kuin jos se on 34 prosenttia (Kuva 2b). Kuvassa 2 eri käyrät kuvaavat mittauskohdan paikantamiskustannuksen suhdetta yhden taimen mittauskustannukseen. Mitä suurempi on mittauskohdan etsimiskustannus, sitä enemmän taimia kannattaa mitata

yhdestä mittauskohdasta. Mitattavan rypään optimikoko riippuu tämän mittauskustannusten suhteen lisäksi taimivaihtelun ja klusterivaihtelun suhteesta. Kun mittauskohtien (klusterien) välinen vaihtelu on pieni ja taimien välinen vaihtelu suuri, taimimäärän optimi mittauskohtaa kohti on suuri (Kuva 2c) (Sokal ja Rohlf 1969). Jos taas ryväsvaihtelu on suuri, mittauskohtien määrää kannattaa kasvattaa vaikka taimimäärän kustannuksella (vrt. alemmat käyrät kuvissa 2c ja 2d). Esitetyiltä käyryltä on mahdollista poimia kunkin tarhan käytettävissä olevaa inventointibudjettia ja tavoiteltua tarkkuutta vastaava otoskoko.

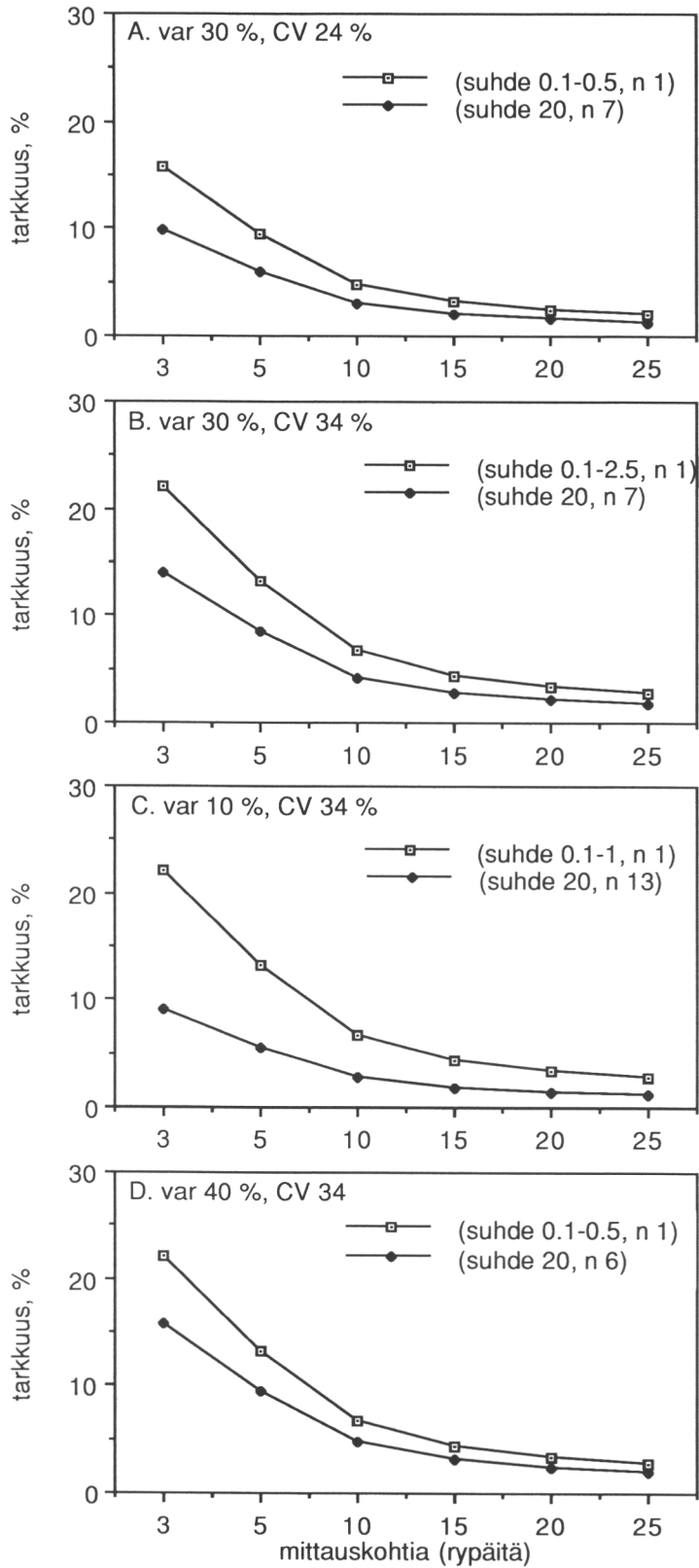
Paljasjuuristen taimien tarvittava otoskoko näytti olevan hyvin samansuuntainen (Kuva 3). Neulasten ravinnekonsentraatioista pääravinteilla, esimerkkinä typpi, erän kokonaisvaihtelu on pienempää kuin hivenravinteilla, esimerkkinä mangaani. Pituusvaihtelu sijoittuu näiden kahden välille. Mikäli otoskoko määrätään pituuden perusteella, on erän keskiarvoarvio periaatteessa silloin pääravinteiden osalta tarkempi ja hivenravinteiden osalta epätarkempi kuin pituudella. Neulasten ravinnekonsentraatioille optimi taimien määrä mittauskohdassa näyttäisi olevan pienempi kuin pituudelle. Ravinnekonsentraatiot määritetään yleensä kokoomanäytteistä, mutta morfologisille muuttujille suunniteltua otantaa voidaan silti käyttää.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että sekä männyn paakkutaimilla että paljasjuurisilla taimilla riittäisi yleensä 150 taimen otos hyvän keskiarvon arvioinnin tarkkuuden saavuttamiseksi. Jotta otoksen riittävyys olisi taattu myös saannon arvioinnissa sekä muille puulajeille ja tavallista epätasaisemmille erille, päädyttiin ehdottamaan 200 taimen otoskokoa kaikille kolmelle puulajille ja kaikille taimilajeille. Laskentaohjelmalla voidaan myös tarkistaa tarvittava otoskoko jälkeinpäin, jolloin tarvittaessa voidaan ottaa lisää näytteitä. Niitä tarvitaan kuitenkin vasta kun pituuden variaatiokerroin (erän keskihajonta prosentteina erän keskiarvosta) on yli 40 prosenttia, mikä ei ylittynyt tutkituissa 12 paljasjuuri- ja 32 paakkuerässä, ja on muutenkin harvinaista (Jalkanen ym. 1988).

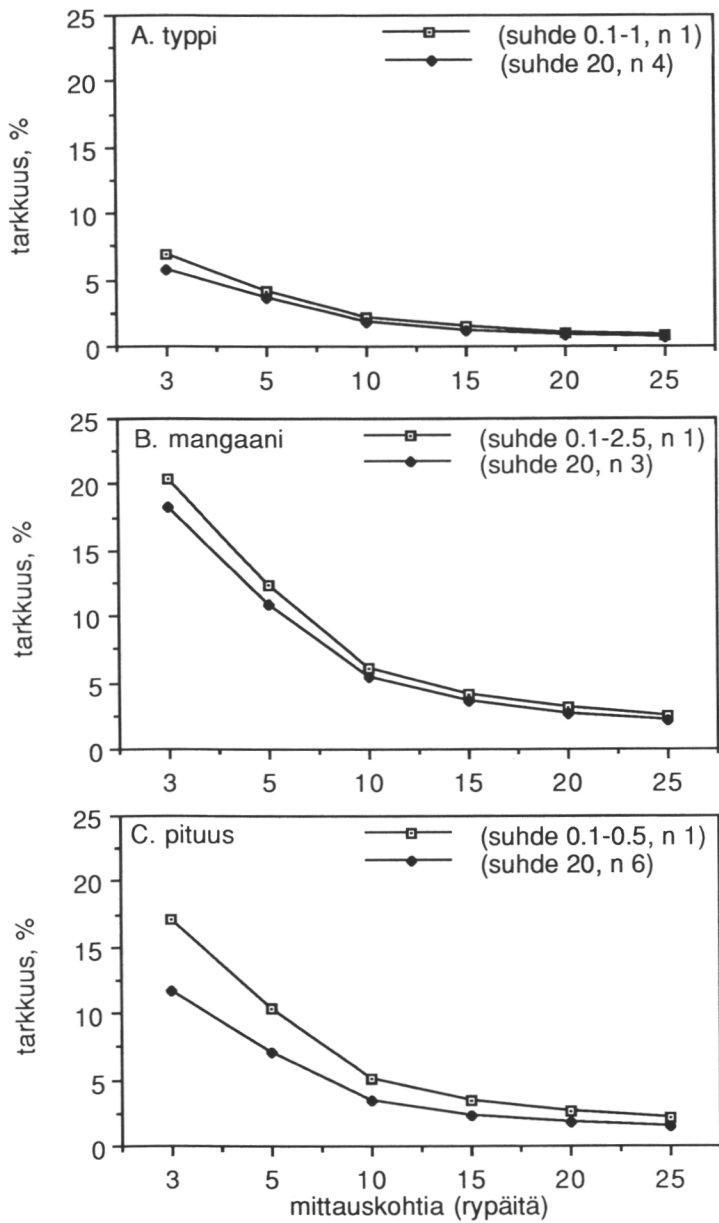
Menetelmän tarkistuksen pohjana oli uusittu taimien kokoluokitus, jota käytettäessä pitää paakkutaimillekin arvioida mediaanipituus keskipituuden sijasta. Mediaani kuvaakin paremmin taimierän taimien kokoa, koska siihen eivät yksittäiset allejääneet tai etukasvuiset taimet vaikuta niin voimakkaasti kuin keskiarvoon. Taimierän todennäköistä kokoluokkaa ei nyt paljasjuurisillakaan tarvitse arvioida etukäteen koska minimipituutta ei tarvita mittausvaiheessa. Taimikohtaisesti arvioidaan pituuden mittauksen lisäksi vain se, täyttääkö taimen kunto asetetut vaatimukset. Tällöin itse mittausvaihe nopeutuu. Kokovaatimusten täyttyminen arvioidaan erikseen taulukko- tms. laskentaohjelmalla (ks. liitteet). Laskennassa tarvitsee ainoastaan tallentaa mitatut tiedot. Kunnon ja kokovaatimusten perusteella saadaan laskettua myyntikelpoisten osuus taimijoukosta (saanto).

Yhdestä mittauskohdasta ehdotetaan mitattavaksi 10 tainta, vaik-

Kuva 2. Otoksoon ja otoksen jakamistavan vaikutus erän pituuden keskiarvoarvion tarkkuuteen männyn paakutaimilla. Tarkkuutta mitataan suhdeluvulla, joka on puoli 95 prosentin luottamusväliä jaettuna muuttujan keskiarvolla. Eri käyrät kuvaavat tarkkuuden muuttumista eri kustannussuhteilla (ks. teksti). Kuvassa A keskimääräinen ryävsvaihtelun osuus 30 % ja keskimääräinen erän pituuden vaihtelukerroin 24 %; B aineiston suurin erän pituuden vaihtelukerroin 34 %; C aineiston pienin ryävsvaihtelun osuus 10 %; D aineiston suurin ryävsvaihtelun osuus 40 %.



Kuva 3. Otoskoon ja otoksen jakamistavan vaikutus erän pituuden keskiarvoarvion tarkkuuteen männyn paljasjuuritaimilla. Tarkkuutta mitataan suhdeluvulla, joka on puoli 95 prosentin luottamusväliä jaettuna muuttujan keskiarvolla. Eri käyrät kuvaavat tarkkuuden muuttumista eri kustannussuhteilla (ks. teksti). Kuvassa A pääravinteista esimerkkinä typpi; B hivenravinteista esimerkkinä mangaani; C morfologisista tunnuksista esimerkkinä taimen pituus.



ka keskiarvojen arviointi ei tätä edellyttäisikään, koska mittausten pohjalta lasketaan myös myyntikelpoisten määrä eli saanto. Paakuilla otos jakautuu erässä 20 arkkiin, joista kustakin mitataan 10 tainta. Paljasjuurisilla suositellaan myös 20 rypään ja 10 taimen mittaamista.

Mittauskohdat ts. mitattavat arkit tai paljasjuurisilla taimilla taimiryypät voidaan valita kuten ennenkin systemaattisesti eli jakamalla erän arkkimäärä tai erän penkkimetrimäärä mittauskoh- tien lukumäärällä ja kulkea sitten pitkin arkki- tai penkkirivejä kunnes seuraava mittauskohda tulee vastaan. Laskennan kannalta olisi kuitenkin parempi jos mittauskohdat poimittaisiin satunnai- sesti, ja käytännössä niiden paikantaminenkin nopeutunee, koska kuljettava matka lyhenee. Mitattavat taimet olisi myös ollut hyvä poimia satunnaisesti, mutta tämä todettiin paljasjuurisilla mahdot- tomaksi ja paakuillakin hankalaksi toteuttaa. Siksi päädyttiin so- veltamaan entistä ohjetta eli mitataan peräkkäisiä taimia tarvittava määrä. Mittaukset ovat silloin toisistaan riippuvia yhden rypään sisällä.

## Inventointien toteutus

### PAAKKUTAIMET

#### *Taimierien rajaus*

*Nykyinen käytäntö* (ks. Taimi-Tapio: Taimien inventointi ja koko- luokitus 24.8.1990). Yleensä taimierä on sama kuin kasvatuserä, mutta mikäli silmävaraisesti havaitaan poikkeavia osia, ne merki- tään eri taimieriksi ja mitataan niistä eri näytteet.

*Ehdotus.* Erän rajaus ennallaan.

#### *Näytteenotto*

##### *Arkkien poiminta*

*Nykyinen käytäntö.* Joka viideskymmenes kasvatusyksikkö poi- mitaan koearkiksi, kuitenkin vähintään 20 arkkia/erä, epätasaisis- ta eristä kaksinkertainen määrä.

*Ehdotus.* Arkkien poiminta voidaan tehdä menetelmällä I tai II:

I Arkit poimitaan satunnaisotantana siten, että arvotaan kulle- kin arkille satunnaisesti x- (rivinnumero) ja y-koordinaatit (arkki- numero). Laskentaohjelma arpoo automaattisesti koordinaatit lo- makkeelle 2 mikäli yleistietoihin tallennetaan alueen arkkirivien määrä ja arkkien määrä rivissä. Alueen kaikissa taimiriveissä pitäisi olla suunnilleen sama määrä taimia. Jos taimierän arkit eivät muodosta neliötä tai suunnikasta, voidaan koordinaatit arpoa erikseen symmetrisille osa-alueille. Jätetään pienet, erillään ole- vat arkkiryhmät tai eri suunnassa olevat (esim. reuna-arkit) pois rivi- ja sarakemäärästä ja yleistetään erän pääjoukon laskentatu-

lokset niille. Tässä tapauksessa ne eivät ole mukana arvonnassa mutta ne ovat mukana arkkien kokonaismäärässä. Myös yksinäiset taimilaatikat ja vajaat rivit jätetään pois arvonnasta. Mikäli alue on hyvin hajanainen, voi tapa II olla helpompi toteuttaa.

II Näytteet otetaan systemaattisena ryväsotantana, ts. 20 arkkia joissa kussakin on 10 tainta. Arkkien etäisyys on taimiarkkien määrä jaettuna luvulla 20.

### *Taimien mittaukset*

*Nykyinen käytäntö.* Jokaisesta koearkista lasketaan myyntikelpoisten määrä saannon määrittämistä varten. Mitataan yhden taimirivin elävien taimien pituus 0,5 cm tarkkuudella (puolen sentin tasaavin luokin) männyllä ja kuusella ja 1 cm tarkkuudella koivulla keskipituuden määrittämistä varten. Mitattava rivi vaihtuu joka arkissa. Kaikkiaan taimia mitataan 300.

*Ehdotus.* Mitataan 10 peräkkäisen *elävän* taimen pituus maanpinnasta latvasilmun tai latvaruusukkeeseen kärkeen 0,5 cm tarkkuudella (puolen sentin tasaavin luokin) männyllä ja kuusella, ja 1 cm tarkkuudella koivulla keskipituuden määrittämistä varten. Mitattava rivi vaihtuu joka arkissa. 1. arkista valitaan vasemmasta alakulmasta katsoen 1. pitemmän sivun rivi, 2. arkista 2. rivi jne. Mittaus aloitetaan alhaalta ylöspäin. Mikäli rivissä on vähemmän kuin 10 tainta, siirrytään seuraavalle riville ja mitataan ylhäältä alaspäin kunnes 10 tainta on täynnä. 2. arkin mittaus aloitetaan 2. riviltä alhaalta ylöspäin ja siirrytään tarvittaessa 3. riville, 3. arkin mittaus 3. riviltä jne. Kun arkin rivit loppuvat, jatketaan 1. riviltä samasta arkista.

Huom. Pituutta varten mitataan aina 10 elävää tainta arkista. Jos mitattavaksi tuleva taimi on kuollut tai katkennut, merkitään kunto nolllaksi, ja mitataan seuraava elävä taimi (pituutta varten). Katkennut luetaan myös kuolleeksi koska se ei anna oikeaa tietoa pituudesta. Sairailla tai muodoltaan huonoilla tai muusta syystä raakeilla taimilla merkitään myös kunto nolllaksi (saantoa varten), mutta mitataan niiden pituus, jotta saadaan totuudenmukainen pituusjakauma. Pituuden mittaus ja saannon arviointi voivat siis tapahtua eri taimista. Pituushavainnoissa ovat mukana nekin, jotka tulisivat raakatuiksi pituuden, sairauden tai muodon heikkouksien vuoksi.

### *Laskenta*

Kaikista taimieristä merkitään lomakkeelle 1 ensin yleistiedot ja arvotaan mitattavat arkit. Tulostetaan lomake 2 kenttälomakkeeksi. Mitatut pituus- ja kuntohavainnot taimista tallennetaan lomakkeelle 2. Kunto: täyttääkö taimi rakenteelliset ja terveydelliset laatuvaatimukset ts. onko se myyntikelpoinen vai raakki (0=eikä, 1=täyttää).

Laskenta tapahtuu joko mikrotietokoneen laskentaohjelmalla, esim. Excel (Windows-koneet, Macintosh) tai Lotus (DOS-ko-

neet), tai erillisellä taimiohjelmalla. Kaikki tulokset saadaan *automaattisesti* sen jälkeen kun pituushavainnot on tallennettu. Excel-sovellusta on saatavana kirjoittajalta (Liite 1: lomake 1 ja 2).

## PALJASJUURISET TAIMET

### *Taimierien rajaus*

*Nykyinen käytäntö* (ks. Taimi-Tapio: Taimien inventointi ja kokoluokitus 24.8.1990). Yleensä taimiera on sama kuin kasvatusera, mutta mikäli silmävaraisesti havaitaan poikkeavia osia, ne merkitään eri taimieriksi ja mitataan niistä eri näytteet. Arvioidaan tarvittava koulintasyvyyskorjaus. Arvioidaan todennäköinen kokoluokka ennen mittausta.

*Ehdotus.* Erän rajaus ennallaan. Koulintasyvyyskorjausta ei käytetä, kokoluokkaa ei tarvitse arvioida etukäteen.

### *Näytteenotto*

#### *Rypäiden poiminta*

*Nykyinen käytäntö.* Rypäiden etäisyys on taimipenkin pituus jaettuna luvulla 100. Taimiriviä vaihdetaan aina rypään vaihtuessa.

*Ehdotus.* Rypäiden poiminta voidaan tehdä kummalla tahansa kahdesta menetelmästä:

I Rypäät poimitaan satunnaisotantana siten, että arvotaan kullekin rypäälle satunnaisesti x- (penkkinumero), z- (rivinumero) ja y-koordinaatit (penkkimetri). Alueen kaikkien taimipenkien pitäisi olla suunnilleen yhtä pitkiä. Ellei näin ole, käytetään lyhyimmän rivin pituutta. Laskentaohjelma arpoo automaattisesti koordinaatit lomakkeelle 2 mikäli tallennetaan alueen taimipenkien ja taimirivien määrä sekä taimipenkin pituus metreinä.

II Näytteet otetaan systemaattisena ryväotantana, ts. 20 ryvästä joissa kussakin on 10 tainta. Rypäiden etäisyys on taimipenkin pituus jaettuna luvulla 20. (Vaihtoehto II voi olla parempi epäsymmetrisellä alueella.)

#### *Taimien mittaus*

*Nykyinen käytäntö.* Mitataan kolme peräkkäistä elävää tainta. Merkitään myös täyttääkö taimi laatuvaatimukset. Saanto lasketaan 2 m matkalta.

*Ehdotus.* Jokaisesta mittauskohdasta eteenpäin mitataan kulkusuunnassa seuraavat 10 peräkkäistä tainta 0,5 cm tarkkuudella (puolen sentin tasaavin luokin) männyllä ja kuusella, ja 1 cm tarkkuudella koivulla. Jos taimi on kuollut tai katkennut, merkitään kunto nolaksi (saantoa varten) ja mitataan sen sijaan seuraavan taimen pituus. Eläviä mitattuja on siis aina 10 per ryvä.

## Laskenta

Kaikista taimieristä merkitään lomakkeelle 1 ensin yleistiedot ja arvotaan mitattavat arkit. Tulostetaan lomake 2 kenttälomakkeeksi. Mitatut pituus- ja kuntohavainnot taimista tallennetaan lomakkeelle 2. Kunto: täyttääkö taimi rakenteelliset ja terveydelliset laatuvaatimukset ts. onko se myyntikelpoinen vai raakki (0=ei täytä, 1=täyttää).

## Päätelmät

Nykyisin käytössä olevaan inventointimenetelmään on mahdollista tehdä useita parannuksia. Vanhassa menetelmässä arkoja mitattiin eri paakkutyypeillä eri määrä, koska taimirivit ovat erilaisissa arkeissa eri pituisia. Saantoa varten mitattiin usein enemmän taimia kuin taimien kokoa varten. Ehdotuksessa taimia mitataan aina sama määrä ja mittaustulosten käsittely mikrotietokoneella on helppoa. Mittauskohtien löytämiseen kuluvan ajan pitäisi vähentyä. Saannon ja keskilukujen tarkkuutta pyritään kontrolloimaan, vaikka useimmissa tapauksissa ehdotettu otoskoko on riittävä. Saannolle tiedetään luottamusväli, joten myyntikelpoisten taimien todellisen määrän arviointi helpottuu. Ehdotetulla menetelmällä taimierästä saadaan enemmän tietoa vähemmällä työmäärällä.

Myytavistä taimista olisi hyvä ilmoittaa ostajalle laatunnuksen keskiarvon, esim. keskipituuden, lisäksi myös tunnuksen keskihajonta, joka kuvaa taimierän tasaisuutta. Taimikasvatuksen yksi tavoite tulisi olla tasainen taimierä, jossa heikkojen taimien osuus on niin pieni, ettei lajittelua tarvitsisi tehdä lainkaan, jossa taimierän keskiarvo kuvaa hyvin taimijoukkoa ja jossa näin ollen pituuteen ja läpimittaan perustuva taimikohtainen ja kokoluokkiin ja keskimääräisiin ravinnepitoisuuksiin perustuva eräkohtainen laadun kuvaus toimivat yhtä hyvin.

## Kirjallisuus

- Jalkanen, A. 1994. Variability of morphological and nutritional quality attributes of bareroot Scots pine seedlings in nurseries. PhD thesis summary. University of Joensuu, Faculty of Forestry, Research Notes 19. 21 s.
- Jalkanen, A., Rikala, R. ja Smolander, H. 1988. Height variation of transplanted seedlings of Scots pine in Finnish nurseries. *New Forests* 2, 247–259.
- Jalkanen, A., Rikala, R. ja Smolander, H. 1992. Variability of morphological characteristics in bareroot *Pinus sylvestris* nursery stock. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7, 83–97.
- Jalkanen, A. ja Rikala, R. 1994. Chemical composition of the foliage and sampling intensity in nursery crops of bareroot *Pinus sylvestris*. *Käsikirjoitus*
- Koivuniemi, J. 1986. Kuusen ja koivun taimien kokoluokitus. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 56. 51 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1992. Päätös metsänviljelyaineiston kaupasta.

- Suomen säädöskokoelma 1533/92. Helsinki. 11 s.
- Mize, C. ja Hansen, D. 1991. Bareroot seedling inventory: estimation of optimal sample size. *Tree Planters' Notes* 42(4), 9–13.
- Puttonen, P. 1989. Criteria for using seedling performance potential tests. *New Forests*.
- Taimi-Tapio 1990. Taimien inventointi ja kokoluokitus 24.8.1990. 3 s. + liite 2 s.
- Racey, G. 1989. Container stock inventory and growth progression operational guidelines for FH408 Paperpots. Northern Region MNR/ATFO Workshop, Lava Mountain, Ontario, Canada. 30 s.
- Sokal and Rohlf. 1969. *Biometry*.

TAIMIEN	KOKOLUOKITUS	PAAKKUTAIMET	Lomake 1
<b>Yleistiedot</b>			
Taimierä:		1	Md-pituus= 7.75 cm
Taimilaji:	esim. laji		Vähimmäis-
Arkkirivejä erässä (X)=	90		pituus= 4
Arkkeja rivissä (Y)=	200		
Arkkien määrä otoksessa (n)=	20		
Arkkien määrä erässä (N)=	1800		
Taimien määrä otoksessa (m)	10		
Taimien määrä arkissa (M) =	180		
Puulaji(mä,ku,ko)=	mä		
Kasvatustiheys (kpl/m2)=	300		
<b>Lasketut</b>			
	Saanto (p %)		Raakit (q) p*q
	0.935		0.065 0.060775
<b>Tulokset</b>			
Hyväksyttävien osuus arkissa p=		0.94 ±	0.03
Hyväksyttävien määrä arkissa=		168 ±	6
Myyntikelpoisia erässä=		302940 ±	11070
Myyntikelpoisten määrän tarkkuus=		0.04	
Keskipituus=		8.99 ±	0.55
Keskihajonta=		3.95	
Pituuden variaatiokerroin=		0.44	
Keskipituuden tarkkuus=		0.06	

<b>Mitatut</b>						<b>Lomake 2</b>
<i>Koordinaatit</i>	<i>Arkki</i>	<i>Taimi</i>	<i>Pituus</i>	<i>Kunto</i>	<i>Pituusehto</i>	<i>Kelpoisuus</i>
Rivi=	1	1	6.50	1.00	1	1
19	1	2	6.40	1.00	1	1
Arkki=	1	3	6.50	1.00	1	1
113	1	4	6.60	1.00	1	1
	1	5	6.50	1.00	1	1
	1	6	7.70	1.00	1	1
	1	7	9.20	1.00	1	1
	1	8	6.50	1.00	1	1
	1	9	2.60	1.00	0	0
	1	10	6.10	1.00	1	1
Rivi=	2	1	5.00	1.00	1	1
87	2	2	5.50	1.00	1	1
Arkki=	2	3	6.00	1.00	1	1
25	2	4	5.60	1.00	1	1
	2	5	5.10	1.00	1	1
	2	6	7.30	1.00	1	1
	2	7	6.00	1.00	1	1
	2	8	4.50	1.00	1	1
	2	9	7.50	1.00	1	1
	2	10	6.50	1.00	1	1
Rivi=	3	1	6.20	1.00	1	1
86	3	2	6.30	1.00	1	1
Arkki=	3	3	5.50	1.00	1	1
113	3	4	6.20	1.00	1	1
	3	5	4.60	1.00	1	1
	3	6	6.70	1.00	1	1
	3	7	6.50	1.00	1	1
	3	8	6.00	1.00	1	1
	3	9	5.60	1.00	1	1
	3	10	6.00	1.00	1	1
Rivi=	4	1	6.30	0.00	1	0
19	4	2	6.20	0.00	1	0
Arkki=	4	3	5.50	1.00	1	1
6	4	4	3.60	1.00	0	0
	4	5	4.00	1.00	1	1
	4	6	6.40	1.00	1	1
	4	7	5.10	1.00	1	1
	4	8	6.10	1.00	1	1
	4	9	5.00	1.00	1	1
	4	10	4.10	1.00	1	1
Rivi=	5	1	5.60	1.00	1	1
30	5	2	4.30	1.00	1	1
Arkki=	5	3	5.90	1.00	1	1
163	5	4	5.80	1.00	1	1
	5	5	4.20	1.00	1	1
	5	6	5.00	1.00	1	1
	5	7	5.10	1.00	1	1
	5	8	5.10	1.00	1	1
	5	9	4.50	1.00	1	1
	5	10	4.10	1.00	1	1

# Kasvatustiheyden vaikutus paakkutaimien ominaisuuksiin

---

*Pedro J. Aphalo*

Tämä on lyhyt raportti niistä kasvatustiheyden vaikutusta, paakkutaimien laatua ja maastomenestymistä koskevista tutkimuksista, joita olemme tehneet viimeisen puolentoista vuoden aikana. Hankkeessa työskentelevät kanssani Risto Rikala ja Heikki Smolander.

Ensin esittelen lyhyesti, miten tiheys vaikuttaa taimien kasvu-ympäristöön ja miten taimet reagoivat kasvu-ympäristön muutoksiin. Sitten selvitan nykyisiä käytännön ongelmia ja hankkeen tarkoitusta sekä lopuksi esittelen meneillään olevia kokeita.

Kasvatustiheys vaikuttaa taimien kasvu-ympäristöön. Tiheässä taimet varjostavat toisiaan ja tämä vaikuttaa niiden saaman valon määrään ja laatuun (=valon väri) (Casal ja Smith 1989). Tuulen nopeus, ilman kosteus ja lämpötila muuttuvat niin, että taimet haihduttavat vähemmän tiheässä kuin harvassa kasvustossa (Jones 1992). Lisäksi taimitarhakäytännössä suurempi kasvatustiheys merkitsee pienempiä paakkuja. Kaikki nämä ympäristömuutokset voivat vaikuttaa taimien kasvuun, rakenteeseen ja karaistumiseen ja edelleen taimien maastomenestymiseen.

Taimien laatu, mitattuna eloonjäämisenä ja kasvuna, riippuu paitsi käytetyistä paakuista myös lukuisista muista tekijöistä, jotka vaihtelevat tarhalta toiselle. Maastomenestymisen kanssa korreloivat kuitenkin myös monet taimien rakenteelliset tunnuksset, kuten juurenniskan läpimitta, joihin puolestaan tiedetään varjostuksen, kuivuuden ja lannoituksen vaikuttavan (Mullin ja Svanton 1972). Suomessa taimien pituutta käytetään yhdessä kasvatustiheyden kanssa hylkäysperusteena lajiteltaessa koivun, männyn ja kuusen paakkutaimia (Maa- ja metsätalousministeriö 1992).

Yleisesti hyväksytty käsitys on, että mitä harvemmassa taimet tarhalla kasvatetaan, sitä laadukkaampia taimia saadaan. Toisaalta, mitä harvemmassa taimet kasvatetaan kasvihuoneessa, sitä suuremmat ovat kulut taimea kohden (esim. Landis ym. 1990, s. 9, kuva 1). On tehty vain muutamia sellaisia tutkimuksia, joissa taimitiheyden vaikutusta on tutkittu erillään paakun koosta (esim.

Timmis ja Tanaka, 1976) tai paakun kokoa tutkittu erillään kasvatustiheydestä (esim. Simpson 1991). Useimmissa paakkutaimilla tehdyissä kokeissa tiheys ja paakun koko muuttuvat yht'aikaa, jolloin niiden vaikutukset sekoittuvat.

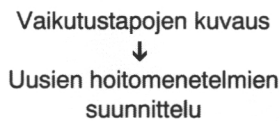
Kuva 1. Tutkimusongelma

<b>Pieni kasvatustiheys</b>	<b>Suuri kasvatustiheys</b>
Suuret kustannukset	Pienet kustannukset
Korkea laatu	Heikko laatu

Meidän on opittava paremmin ymmärtämään, kuinka taimien keskinäinen sijainti ja paakun koko vaikuttavat kasvuun. Ei kuitenkaan riitä, että tutkitaan tiheyden vaikutusta sinänsä. Lisäksi on myös tutkittava, mitkä nimenomaiset tiheyden ympäristön olosuhteita muuttavat vaikutukset heikentävät taimien laatua.

Tämän tutkimushankkeen tarkoituksena on selvittää tiheyden vaikutusta taimen kasvuun ja laatuun, ja pyrkiä selvittämään ilmiöön liittyvät mekanismit (kuva 2). Kun ymmärretään paremmin, miksi harvassa kasvatetut taimet menestyvät paremmin, voidaan ehkä kehittää sellaisia kasvatusmenetelmiä, jotka parantavat taimien hinta-laatusuhdetta.

Kuva 2. Tutkimuskohde



## Kokeet

Tekemämme kokeet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

(1a) Kokeet, joissa taimia kasvatetaan eri tiheyksissä, mutta muuten normaalin taimitarhakäytännön mukaisesti. Taimien maastomenestymistä arvioidaan seuraamalla niiden elossaoloa ja kasvua istutuksen jälkeen. Puulajit ovat koivu, mänty ja kuusi.

(1b) Kasvunsäädökokeet normaaleissa taimitarhaolosuhteissa koivuilla. Kasvunsäätet vaikuttavat kasvuun vaikuttamalla hormonien aineenvaihduntaan taimissa.

(2) Kasvihuonekokeet, joissa tutkitaan tiheyden vaikutusmekanismeja. Varta vasten suunnitelluilla koejärjestelyillä testataan laajasti eri tiheyden vaikutuksia männyn ja koivun taimiin. Ensimmäisen kasvukauden aikana taimien kasvua seurattiin tarkasti. Juurten kasvupotentiaalia (RGP) mitattiin seuraavana keväänä. Tässä koeryhmässä tehtiin myös alustavia kokeita uusien hoitomenetelmien, ku-

ten kasvua säätelevien kemikaalien, arvioimiseksi.

(3) Kasvukammioissa tehtiin lyhytaikaisia kokeita yksittäisten ympäristötekijöiden, kuten valon laadun ja lannoituksen, vaikutusten selvittämiseksi koivulla ja männällä. Kokeissa mitattiin taimien kasvua ja versojen ja juurten kehittymistä.

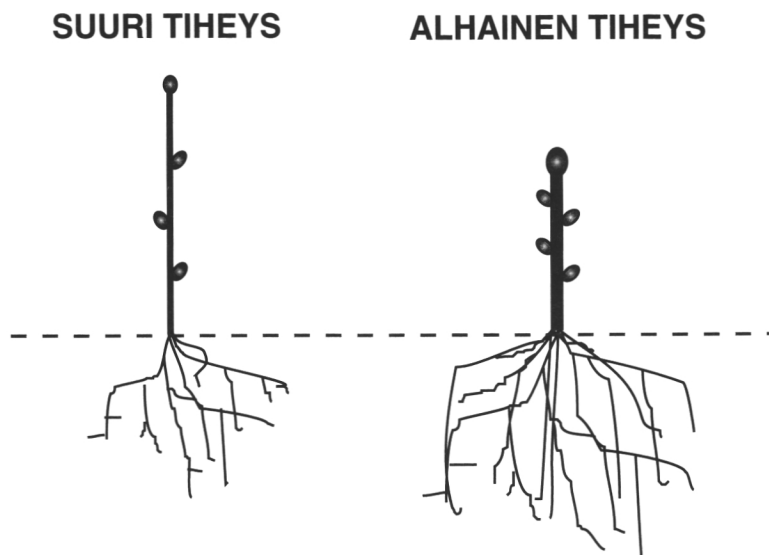
## Tulokset

Tähän astiset tulokset esitetään yhteenvedona kuvassa 3: Harvemmassa kasvatetuilla taimilla on voimakkaampi juurten kasvupotentiaali, enemmän juuria, ja taimet ovat tasamittaisempia. Varjostus lisää yleensä taimien pituutta mutta pienentää läpimittaa. Käytettäessä joko pientä paakkua tai niukkaa lannoitusta taimet jäävät pienemmiksi. Kuvasta 4 ilmenee, miltä tiheässä ja harvassa kasvatetut koivuntaimet näyttävät.

Kuva 3. Yhteenvedo tuloksista

alhainen tiheys	→	korkea juurten kasvupotentiaali
alhainen tiheys	→	alhainen verso/juurisuhde
alhainen tiheys	→	taimet samankokoisia
varjostus tai suuri tiheys	→	isoja ja hentoja taimia
pienet paakut	→	pienet taimet

Kuva 4. Kaavamainen esitys tiheyden vaikutuksesta koivun taimien rakenteeseen.

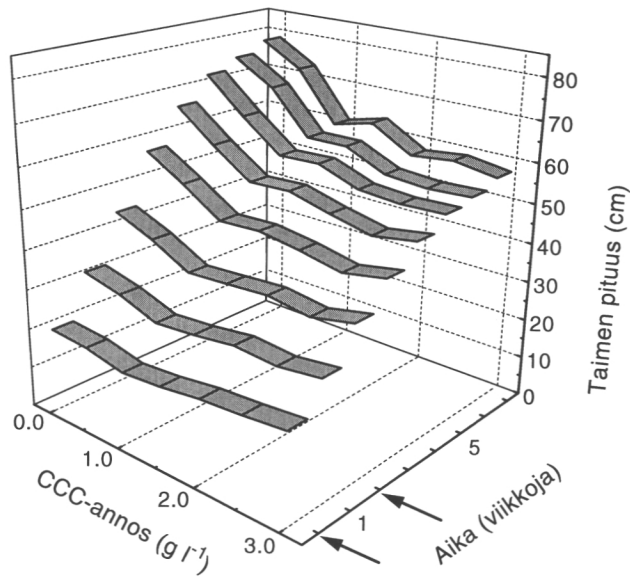


Seuraavassa esittelen tarkemmin tuloksia niistä kahdesta kokeesta, joilla kävimme keskustelun jälkeen. Ensimmäisessä kokeessa kokeiltiin kahta kasvunsäädövalmistetta ja toisessa tutkittiin tiheyden vaikutusta koivun taimien kasvuun.

## Koe 1. Kasvunsäätet

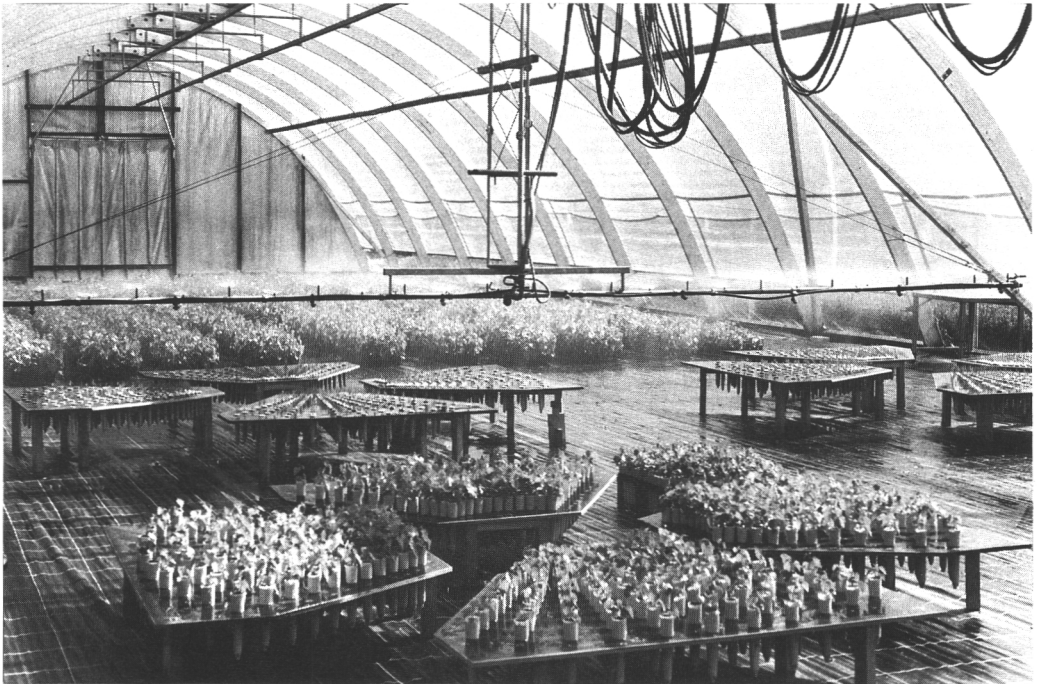
Ensimmäisessä kokeessa testasimme kahden kemikaalin vaikutusta koivun taimien kasvuun. Ajatuksena oli, että kasvuun vaikuttavia kemikaaleja voitaisiin käyttää parantamaan tiheässä kasvatettujen taimien laatua. Valmisteet ovat CCC, jota käytetään paljon Suomessa estämään viljojen lakoutumista, ja Paclobutrazol, joka on uudempi aine, eikä vielä ole kaupan Suomessa. Molemmat vähentävät versojen pituuskasvua, mutta eivät paljon vaikuta juurten kasvuun. Kuvassa 5 esitetään CCC-ruiskutettujen taimien pituuden väheneminen.

Kuva 5. Kahden CCC-käsittelyn vaikutus, 15. heinäkuuta (viikko 0) ja 28. heinäkuuta, koivun taimien pituuteen. CCC:tä annettiin eri vahvuisina vesiliuoksina lehdille ruiskutettuna, kuvassa määrät on ilmaistu puhtaana CCC:nä.



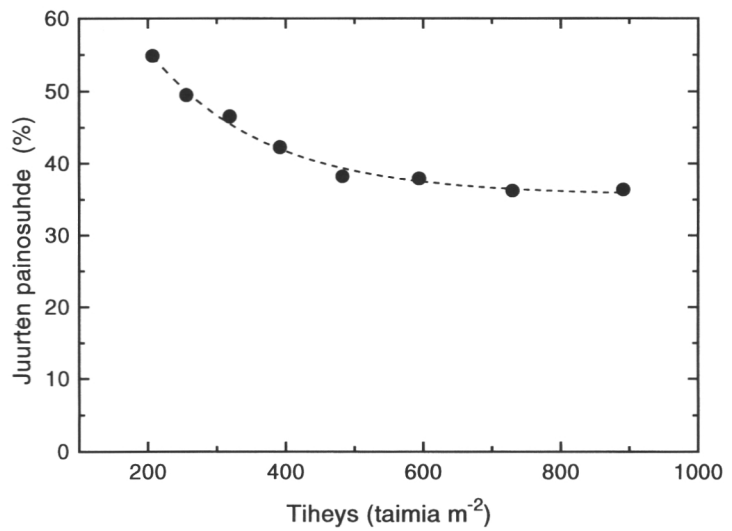
## Koe 2. Kasvatustiheys

Tiheyskokeessa kasvatimme koivuntaimia 8 eri tiheydellä, 200 – 900 tainta neliöllä, samaa paakkukokoa käyttäen. Koejärjestelyt ilmenevät kuvasta 6. Koe tehtiin ensi kerran vuonna 1992 ja se toistettiin 1993. Tulokset ovat vuodelta 1992. Kuva 7 esittää tiheyden vaikutuksen juurten painosuhteeseen, (= juurten osuus koko taimen painosta), ja kuva 8 tiheyden vaikutuksen taimien koon vaihteluun, mikä on ilmaistu taimien kuivapainon logaritmin variaatiokertoimena (keskihajonta/keskiarvo).

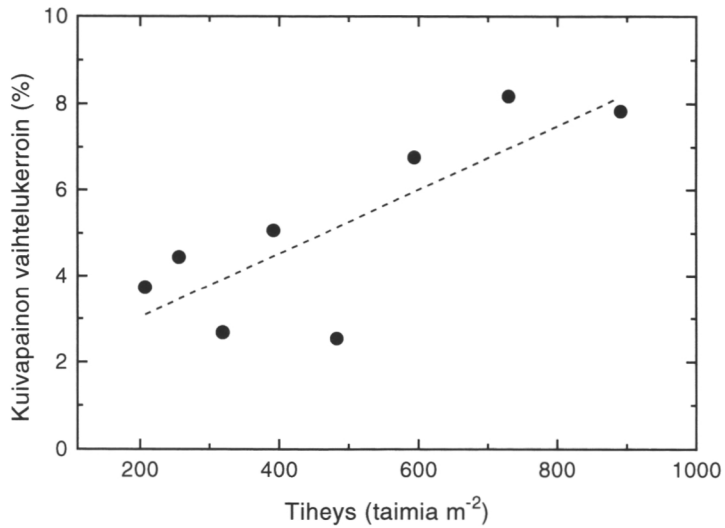


Kuva 6. Näkymä koejärjestelyistä

Kuva 7. Tiheyden vaikutus juurten painosuhteeseen koivun taimilla.



Kuva 8. Tiheyden vaikutus koivun taimien kuivapainoon



## Johtopäätökset

Kasvatustiheys vaikuttaa taimien ”laatuun” pääasiassa muuttamalla juuri-verso -suhdetta ja verson pituuden ja kuivapainon suhdetta. Tiheyden kasvaessa taimien välinen kuivapainon vaihtelu kasvaa myös, mikä voi vähentää viljelykelpoisten taimien saantoa. Kasvunsäateillä saatettaisiin torjua joitain suuren kasvatustiheyden haittoja ja siten mahdollisesti parantaa taimien laatua.

Tutkimushanke on kesken, joten vielä ei voida antaa valmiita vastauksia. Ratkaisu parhaan tiheyden löytämiseksi taimituotantoon on kompromissi, eikä sellainen ratkaisu voi koskaan olla pysyvä. On myös muistettava, että taimen sopivuus istutukseen riippuu myös monista taimitarhan ulkopuolisista tekijöistä: istutuspaikasta, sen muokkaamisesta, kiertoajasta jne. Siispä arviotamme optimaalisesta kasvatustiheydestä voi joutua aika ajoin tarkistamaan, vaikka tietämyksemme ei lisääntyisikään.

Se, mitä voidaan, ja mitä pitäisi tehdä, on jatkaa taimiluokittelujärjestelmän parantamista testaamalla taimien maastomenestymistä erilaisilla kasvupaikoilla ja eri vuosina. Näin voidaan löytää ne luokittelumuuttujat, jotka korreloivat voimakkaasti maastomenestymisen kanssa. Meidän tulisi myös lisätä tietämystämme, niin että voimme tarkemmin ennustaa eri laatuominaisuudet täyttävien taimien saannon eri kasvatusolosuhteissa (tiheys, lannoitus, kastelu, varjostus, kasvunsäateet jne.). Vain siten voidaan tietää, minkälaiset taimet selviävät tyydyttävästi tietyllä kasvupaikalla ja kuinka ne voidaan tuottaa mahdollisimman pienin kustannuksin.

## Aiheeseen liittyviä artikkeleita

*Container Tree Nursery Manual* (Landis ym. 1989) sisältää perusteellista käytännön tietoa taimien tuottamisesta, ja vaikka se kuvaa Pohjois-Amerikan olosuhteita, se soveltuu myös oloihimme.

Suppea yleistietolähde taimien ympäristövasteista yleensä on kirja *Plant-Atmosphere Relationships* (Grace 1983) ja perusteellisempi on *Plants and Microclimate* (Jones, 1992). Puihin on enemmän erikoistunut *The Physiological Ecology of Woody Plants* (Kozlowski ym. 1991). Pieni kirja *Light and Plant Responses* (Attridge 1990) esittelee hyvin valon laadun vaikutusta kasvien rakenteeseen.

Valon osuutta taimien keskinäisessä vuorovaikutuksessa on käsitellyt Ballaré yhdessä muiden tekijöiden kanssa (esim. Ballaré ym. 1990, 1992) ja hyvä johdatus taimien välisten vuorovaikutusten perusongelmaan on kirja *Competition* (Keddy, 1989).

Käännös: Pekka Voipio ja Risto Rikala

## Kirjallisuus

- Attridge, T. H. 1990. *Light and Plant responses*. Lontoo: Edward Arnold.
- Ballaré C. L., Scopel, A. L., Sánchez, R. A. 1990. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. *Science* 247, 329–332.
- Ballaré, C. L., Scopel, A. L., Sánchez, R. A., Radosevich, S. R. 1992. Photomorphogenic Processes in the Agricultural Environment. *Photochemistry and Photobiology* 56, 777–788.
- Casal, J. J., Smith, H. 1989. The function, action, and adaptive significance of phytochrome in light-grown plants. *Plant, Cell and Environment* 12, 855–862.
- Grace, J. 1983. *Plant-Atmosphere Relationships*. Lontoo: Chapman and Hall.
- Jones, H. G. 1992. *Plants and Microclimate* (2ed). Cambridge: Cambridge University Press.
- Keddy, P. A. 1989. *Competition*. Lontoo: Chapman and Hall.
- Kozlowski, T. T., Kramer, P. J., Pallardy, S. G. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. San Diego: Academic Press.
- Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E., Barnett, J. P. 1990. Containers and Growing Media. Vol. 2 of *The Container Tree Nursery Manual*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. department of Agriculture.
- Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E., Barnett, J. P. 1989. Seedling Nutrition and Irrigation. Vol. 4 of *The Container Tree Nursery Manual*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. department of Agriculture.
- Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E., Barnett, J. P. 1992. Atmospheric Environment. Vol. 3 of *The Container Tree Nursery Manual*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. department of Agriculture.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1992. Päätös nro 1533/92 metsänviljelyaineiston kaupasta. Helsinki.
- Mullin, R. E., Svanton, J. 1972. A grading study with white spruce nursery stock. *Commonw. Forestry review* 51(1), 62–69.
- Simpson, D. G. 1991. Growing density and container volume affect nursery and field growth of interior spruce seedlings. *North. J. Appl. For.* 8(4), 160–165.
- Timmis, R., Tanaka, Y. 1976. Effects of container density and plant water stress on growth and cold hardiness of Douglas-fir seedlings. *Forest Science* 22, 167–172.



# Pitkäyökäsittelyn vaikutus kuusentaimien karaistumiseen

---

*Jaana Luoranen*

Jo 1920-luvulta lähtien on ollut tunnettua, että valojakson muutokset vaikuttavat kasvien kehitykseen. 1950- ja 1960-luvuilla heräsi kiinnostus valojakson hyväksikäyttämisestä metsäpuuntaimien kasvatuksessa (Rusten 1968, Sandvik 1968 ref. Kaasen 1981, Dormling ym. 1968). Pitkäyökäsittelyä on käytetty rutiinimenetelmänä ruotsalaisilla taimitarhoilla 1970-luvulta lähtien (Rosvall-Åhnebrink 1982) ja Kanadassa 1980-luvulta lähtien (Odlum ja Colombo 1988, Van Eerden ja Gates 1990, Bigras ja D'Aoust 1992).

Suomessa kiinnostus pitkäyökäsittelyä kohtaan heräsi 1980-luvun lopulla, jolloin Tehdaspuu Oy:n Joroisten taimitarhalla haluttiin saada käytännön kokemuksia ja tutkimuksia menetelmästä kuusen paakkutaimien kasvatuksessa.

## **Fotoperiodi- eli valojaksoteoria**

Kasvien eri kehitysvaiheilla on ns. kriittiset yön pituudet, joiden ylittäminen (tai alittaminen) vaaditaan valojaksotapahtumien aikaansaamiseksi (Vaartaja 1951, 1957, Wareing 1956, Nitsch 1957). Pituuskasvun päättymisen ja silmunmuodostuminen ovat kuusentaimien kehitysvaiheita, joiden alkamisessa yön pituuden lisääntymisellä on ratkaiseva merkitys (Vaartaja 1951, 1957, Wareing 1956, Nitsch 1957, 1962, Weiser 1970, Perry 1971). Pituuskasvun päättymisen taas on edellytys taimien karaistumiselle (Weiser 1970, Fuchigami ym. 1982).

Pituuskasvun päättymisen aikaansaamiseksi voidaan yön pituutta lisätä keinotekoisesti yli kriittisen yön pituuden ja aikaistaa näin taimien lepotilaan siirtymistä ja karaistumista. Yön pituuden lisääntyminen tai päivän pituuden lyheneminen saadaan aikaan peittämällä taimet valoa huonosti läpäisevällä kankaalla. Tällaisesta käsittelystä voidaan käyttää nimitystä pitkäyö- tai lyhytpäivä- (LP)-käsittely. Seuraavassa käytetään termiä LP-käsittely.

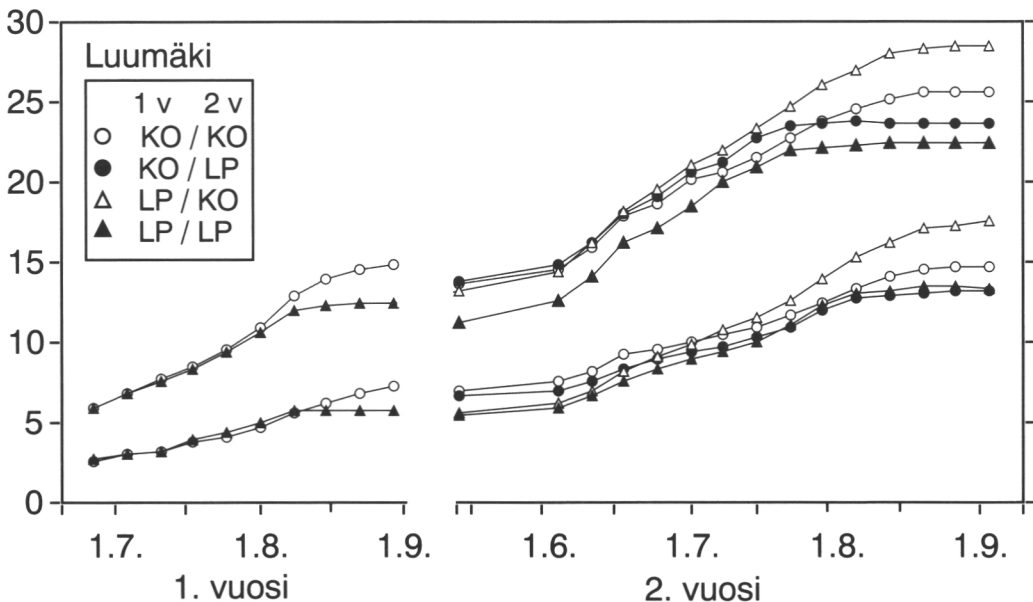
LP-käsittelyä kokeiltiin ja tutkittiin Joroisten taimitarhalla käytännön taimitarhakasvatuksessa kasvukausien 1991 ja 1992 aikana, jolloin käsittelyitä tehtiin useammalle kylvöerälle ja kahdelle alkuperälle. LP-käsittelyt tehtiin kolmen viikon mittaisina ja päivänpituus lyhennettiin kahdeksaan tuntiin siten, että taimet peitettiin kankaalla klo 16.00–8.00 väliseksi ajaksi. Seuraavassa esitellään pituuskasvu-, karaistumis- ja kylmänkestävyystulokset käsittelyvuosilta sekä silmunpukkeaminen käsittelyä seuraavana keväänä.

## Pituuskasvun päättyminen

Taimien pituuskasvua seurattiin viikoittain kasvun alkamisesta sen loppumiseen molempina tutkimusvuosina (kuva 1). Vuonna 1991 LP-käsittelyt aloitettiin sekä ensimmäisen että toisen sadon taimille 31.7. Kasvukaudella 1992 ensimmäisen sadon pimentäminen aloitettiin 9.7. ja toisen sadon 22.7. Kasvukaudella 1991 oli vain LP- ja vertailu- (KO)-käsittelyt. Sen sijaan vuonna 1992 käsittelyitä oli neljä, eli molempina kasvukausina suoritettu LP-käsittely (LPLP), vain toisena vuotena suoritettu käsittely (LPKO tai KOLP) tai vertailu (KOKO).

Kuva 1. Luumäen alkuperän ensimmäisen (LP-käsittelyt alkoivat 31.7.91 ja 9.7.92) ja toisen sadon (LP-käsittelyt 31.7.91 ja 22.7.92) taimien pituuskehitykset vuosina 1991 ja 1992.

LP-käsittelyjen taimien pituuskasvu päättyi noin 2–3 viikkoa ennen vertailutaimia. 2-vuotiailla ensimmäisen sadon taimilla pituuskasvun päättyminen kesti hieman kauemmin kuin 1-vuotiailla ja 2-vuotiailla toisen sadon taimilla. Ero johtui 2-vuotiaiden ensimmäisen sadon taimien aikaisemmasta LP-käsittelyajankohdasta. Käsittelyn aloitushetkellä lämpösummakertymä oli vasta hieman yli 500 d.d.



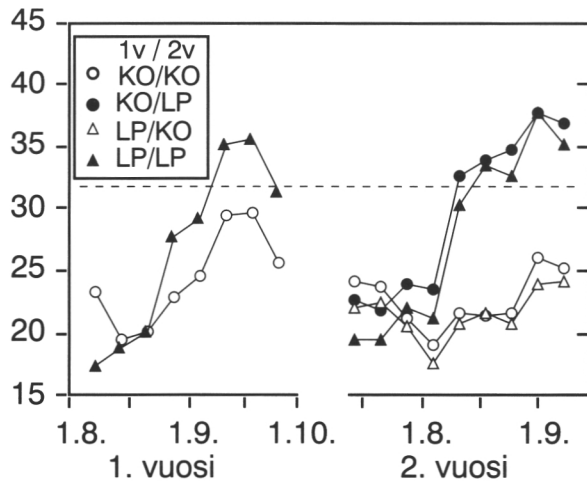
Raulon ja Leikolan (1974) mukaan kuusen pituuskasvun kesto on lämpösummana ilmaistuna 600–700 d.d. Kosken (1990) mukaan kasvukausi sisältää kolme erilaista vaihetta, joiden aikana kasvavien versojen herkkyys valojaksolle vaihtelee. LP-käsittelyssä kasvunpäätyminen saadaan aikaan toisen vaiheen aikana, jolloin versojen kasvu pysähtyy hyvin pitkän yön (> 12 tuntia) vaikutuksesta. Luontaisessa ympäristössä kasvunpäätyminen alkaa kolmannen vaiheen aikana. Jos LP-käsittely aloitetaan liian aikaisin aktiivisen kasvuvaiheen aikana, toivottua kasvunpäätymistä ei saada aikaan. Käytettäessä LP-käsittelyä on seurattava lämpösumman kertymistä ja aloitettava käsittely vasta, kun lähesytään 600 d.d:n lämpösummaa.

## Karaistuminen

Pituuskasvun loppuminen on siis edellytyksenä karaistumisen alkamiselle. Taimien karaistuminen näkyy rungon puutumisena. Kun puutuminen edistyy, taimien kuiva-ainepitoisuus suurenee ja samalla kylmänkestävyys paranee (Rosvall-Åhnebrink 1977). Karaistumista seurattiin taimien latvoista otetuista näytteistä määritettyjen kuiva-ainepitoisuuksien avulla (Rosvall-Åhnebrink 1977, Hultén 1980).

Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen aloitettiin molempina tutkimusvuosina LP-käsittelyn kanssa samanaikaisesti ja sitä jatkettiin syyskuulle asti. LP-käsittelyn ajan kuiva-ainepitoisuus oli alhaisempi kuin vertailutaimilla, mutta heti käsittelyn päätyttyä se kohosi selvästi korkeammalle (kuva 2). Kuvaan 2 on merkitty katkoviivalla 32 prosentin kuiva-ainepitoisuusraja, joka kuvaa riittävää kylmänkestävyyttä, jotta hallakasteluista voidaan luopua. Rajan määrittämiseen on käytetty sekä Rosvall-Åhnebrinkin (1977) tuloksia että syksyllä 1991 LP-käsitellyille taimille määritettyjä kylmänkestävyyksiä.

Kuva 2. Latvan kuiva-ainepitoisuutena (%) ilmaistu Luumäen alkuperän 1. sadon taimien karaistumiskehitys LP-käsittelyn alusta syyskuun loppuun vuosina 1991 ja 1992. 32 %:n kohdalla oleva viiva kuvaa kuiva-ainepitoisuusarvoa, jolloin taimet olivat riittävän karaistuneita, jotta hallakastelut voitiin lopettaa.



LP-käsittelyiden määrällä ei ollut vaikutusta kuiva-ainepitoisuuskehitykseen, sillä LPLP- ja KOLP-käsittelyiden kuiva-ainepitoisuudet olivat suurinpiirtein samansuuruiset koko määritysajan. LP-käsittelyllä ei näyttänyt myöskään olevan vaikutusta käsittelyä seuraavan kasvukauden kuiva-ainepitoisuuteen, sillä KOKO- ja LPKO-käsittelyiden kuiva-ainepitoisuudet eivät eronneet toisistaan.

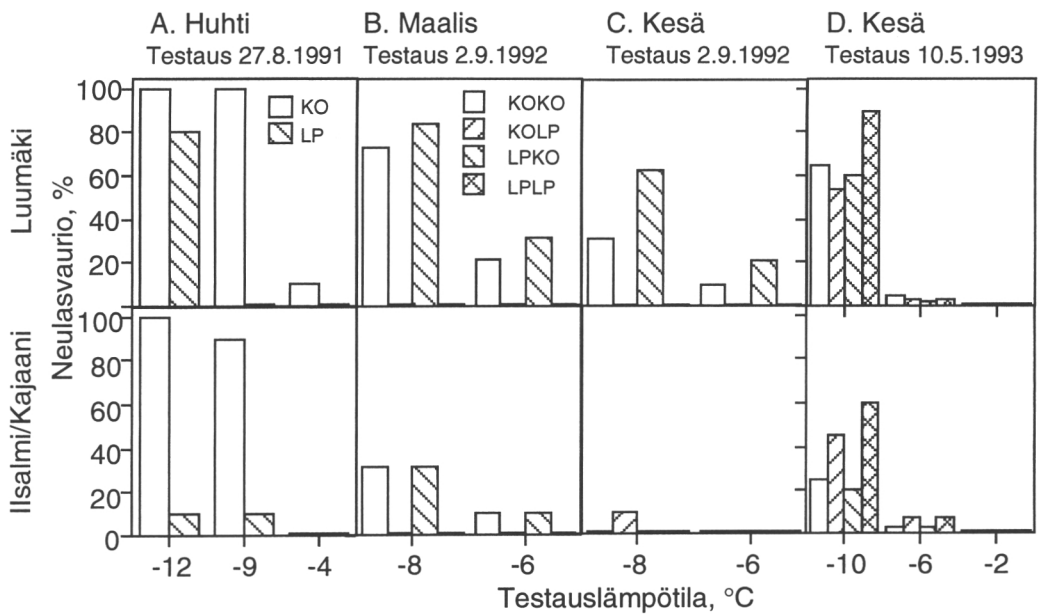
## Kylmänkestävyys

Latvan kuiva-ainepitoisuuden määrittämisellä ei saada selville taimien kylmänkestävyyttä. Kylmänkestävyyden määrittämiseksi taimille tehtiin kylmätestit, joissa taimia altistettiin erilaisiin lämpötiloihin ja muutaman viikon kuluttua altistamisesta havainnoitiin neulasvauriot. Testit tehtiin 27.8.91 1-vuotiaille taimille ja 2.9.92 2-vuotiaille taimille. 1-vuotiailla taimilla LP-käsittelyn aloittamisesta oli kulunut noin kuukausi. Kaikki LP-käsittellyt taimet kestivät  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilan ja pohjoisen alkuperän taimet myös  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilan (kuva 3a). Samaan aikaan vertailutaimet säilyivät vain  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa vaurioitumattomina.

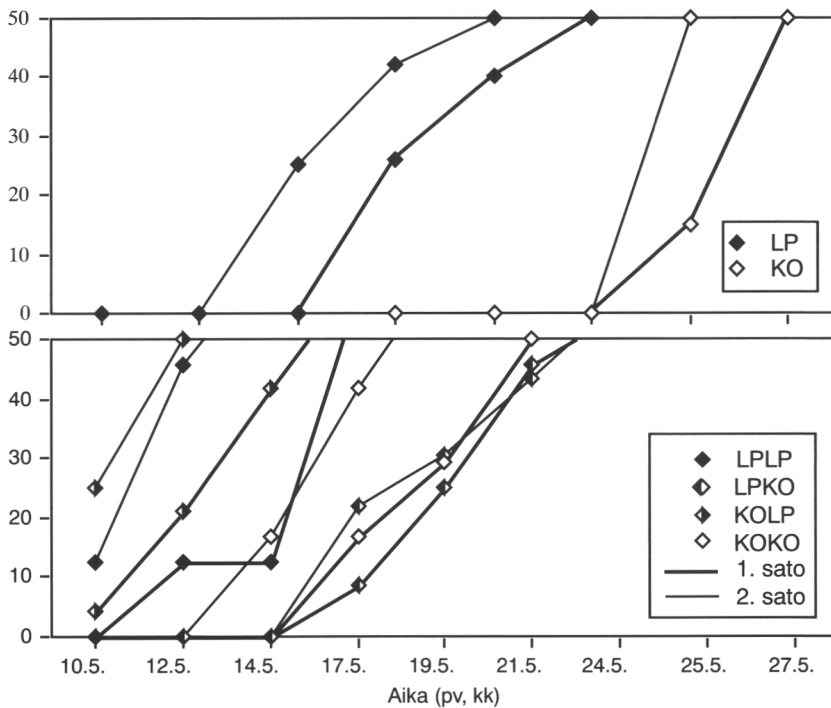
2-vuotiailla ensimmäisen sadon taimilla käsittelyn alusta oli kulunut noin 7 viikkoa ja toisen sadon taimilla viisi viikkoa kylmätesteihin mennessä. LP-käsittellyt taimet kestivät vähintään  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilan, joka oli alin käsittelylämpötila (kuva 3b ja c). Toisen sadon taimilla myös vertailutaimet kestivät kaikki testilämpötilat lukuun ottamatta eteläisen alkuperän taimia, joilla edellisenä kasvukautena LP-käsittellyt taimet eivät vielä kestäneet  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilaa. Ensimmäisen sadon taimilla vertailutaimet eivät kestäneet edes alinta,  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n testilämpötilaa täysin vaurioitumattomina. Pohjoisen alkuperän taimet kestivät kaikki altistamislämpötilat hieman paremmin kuin eteläisen alkuperän taimet, sillä pohjoisemmilla alkuperillä kasvu loppuu lyhyemmässä yönpituudessa.

## Vaikutus käsittelyä seuraavaan kevääseen

Keväällä 1992 ja 1993 tutkittiin taimien latvasilmujen puhkeamista, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu edellisenä kasvukautena LP-käsittelyjen taimien silmunpuhkeamisen tapahtuvan aikaisemmin kuin vertailutaimilla (mm. Heide 1974, Sandvik 1977, Rosvall-Åhnebrink 1980). Saatujen tulosten mukaan sekä 1- että 2-vuotiailla LP-käsittelyillä taimilla silmunpuhkeaminen tapahtuu vertailutaimia aikaisemmin (kuva 4). Yllättävä tulos oli, että toisen sadon taimilla silmut puhkesivat ensimmäistä satoa aikaisemmin. Kosken ja Sieväsen (1985) mukaan kylvöajankohdalla ei olisi pitänyt olla vaikutusta silmun puhkeamiseen. Kaksi kertaa LP-käsittelyjen taimien silmut puhkesivat hieman myöhemmin kuin vain edellisenä kasvukautena LP-käsittelyjen taimien.



Kuva 3. Kylmätiestien aiheuttamat neulasvauriot (%) a) 27.8.1991 1-vuotiailla 1-sadon, b) 2.9.92 2-vuotiailla 1.sadon ja c) 2.sadon taimilla sekä d) 10.5.93 2.sadon taimilla.



Kuva 4. Puhjenneiden silmujen osuus (%) kaikista havainnoituista taimista keväällä 1992 (ylin) ja 1993 (alin) ensimmäisen ja toisen sadon taimilla.

LP-käsittelyn vaikutus ulottuu ainakin kahden vuoden päähän käsittelystä, sillä vain kasvukaudella 1991 LP-käsitellyjen taimien silmunpukkeaminen tapahtui sekä ensimmäisen että toisen sadon taimilla myöhemmin kuin vertailutaimilla, joita ei oltu LP-käsitelty kumpanakaan tutkimusvuotena.

Koska LP-käsitellyjen taimien silmut puhkeavat ja kasvu alkaa aikaisemmin, niiden karaistumisen purkautuminenkin tapahtuu aikaisemmin kuin vertailutaimilla. Siksi keväällä 1993 selvitettiin taimien kylmänkestävyyttä kylmätestien avulla. Altistaminen tehtiin 10.5.1993 toisen sadon taimille, joiden silmunpukkeaminen oli edennyt hieman ensimmäisen sadon taimia pitemmälle testiajankohtaan mennessä.

Kaikki taimet riippumatta käsittelystä kestivät  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (kuva 3 d). Vaikka vain vuonna 1992 LP-käsitellyillä taimilla silmuja oli puhjennut hieman enemmän kuin molempina vuosina LP-käsitellyillä taimilla (kuva 4), niin eniten neulasia vaurioitui  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilassa LPLP-käsitellyillä taimilla. Lisäksi pohjoisen alkuperän taimet olivat eteläisiä taimia kestävämpiä kaikissa käsittelyissä.

## LP-käsittelyn hyödyt

LP-käsittelystä on hyötyä, jos taimitarha sijaitsee pohjoisempana kuin siemenen alkuperäpaikka. Ilman LP-käsittelyä taimien talveentuminen viivästyy ja syksyn viileät säät voivat vaurioittaa taimia. Talvilevon aikaistaminen on usein myös tarpeellista taimilla, jotka istutetaan syksyllä (Sandvik 1975, 1976, Rosvall-Åhnebrink 1980, 1990, Dormling ja Lundkvist 1983), talvivarastoidaan avomaalla (Colombo ym. 1982, Rosvall-Åhnebrink 1990) tai kylmävarastossa (Sandvik 1975, 1976, Rosvall-Åhnebrink 1980, 1990).

## Kasvatusohjelmat

Taulukossa 1 on esitetty LP-käsittelyn käyttöön perustuva kuusen paakkutaimien kasvatusohjelma ensimmäisen ja toisen sadon taimille. Kasvatusohjelmaa sovellettaessa on LP-käsittelyjen aloitusaikoja mietittäessä huomioitava kertyneet lämpösummat. Käsitteilyä ei pitäisi aloittaa ennenkuin lämpösumma on 600–700 d.d.ä.

Taulukko 1. Esimerkki kuusen paakkutaimien kasvatusohjelman ajoituksesta taimitarhalla käytettäessä LP-käsittelyä.

1. VUOSI	ENSIMMÄINEN SATO	TOINEN SATO
Maaliskuu	– kylvö lämmitettyyn huoneeseen + lisävalaistusta tai	
Huhtikuu	– kylvö lämmitettyyn huoneeseen	
Toukokuu	– kasvatus huoneessa	
Kesäkuu	– ulossiirto kuun puolivälissä	– kylvö huoneeseen kuun puolivälissä
Heinäkuu	– kasvatus karaisukentällä ja LP-käsittely kuun puolivälissä	– kasvatus huoneessa – LP-käsittely kuun lopussa tai
Elokuu	– kolmen viikon LP-käsittelyn jälkeen kasvatus karaisukentällä (istutus)	– LP-käsittely kuun alusta kolmen viikon ajan – kasvatus huoneessa
Syyskuu	– istutus tai pakkaus ja kylmä- varastointi tai kasvatus karaisukentällä	– kasvatus huoneessa kuun puoliväliin tai loppuun – siirto karaisukentälle
2. VUOSI		
Toukokuu	– istutus tai kasvatus karaisukentällä	– kasvatus karaisukentällä
Kesäkuu	– kasvatus karaisukentällä	– kasvatus karaisukentällä
Heinäkuu	– kuun toisella viikolla aloitetaan kolmen viikon LP-käsittely	– kuun puolivälissä LP-käsittely
Elokuu	– kasvatus karaisukentällä ja istutus kuun puolivälin jälkeen	– kasvatus karaisukentällä
Syyskuu		– istutus

## Kirjallisuus

- Bigras, F. J. & D'Aoust, A. L. 1992. Hardening and dehardening of shoots and roots of containerized black spruce and white spruce seedlings under short and long days. *Canadian Journal of Forestry research* 22:388–396.
- Colombo, C., 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. Ss. 171–176.
- Dormling, I., Gustafsson, Å. & von Wettstein, D. 1968. The experimental control of the life cycle in *Picea abies* (L.) Karst. I. Some basic experiments on the vegetative cycle. *Silvae Genetica* 17:44–64.
- & Lundkvist, K. 1983. Vad bestämmer skogsplantors tillväxt och hårdighet i plantskolan? *Skogsfakta, Biologi och skogsskötsel* 8:1–6.
- Fuchigami, L. H., Weiser, C. J., Kobayashi, K., Timmis, R. and Gusta, L. V. 1982. A degree stage (°GS) model and cold acclimation in temperate woody plants. *Teoksessa: Li, P. H. & Sakai, A. (toim.) Plant cold hardiness and freezing stress, Vol. 2. s: 93–116. Academic Press, New York.*
- Heide, O. M. 1974. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes. II. After-effects of photoperiod and temperature on growth and development in subsequent years. *Physiologia Plantarum* 31:131–139.
- Hultén, H. 1980. TS-halt ett mått på invintring. *Plantnytt* 2. 4 s.
- Kaasen, N. O. 1981. Daglengderegulering og planteskoleforskring. *Norsk Skogbruk* 27(4):33–35.
- Koski, V. 1990. Joint effects of day length and temperature on dormancy processes. *Silva Carelica* 15:47–50.
- & Sievänen, R. 1985. Timing of growth cessation in relation to the variations in the growing season. *Teoksessa: Tigerstedt, P. M. A., Puttonen, P. and Koski, V. (toim.). Crop physiology of forest trees. Helsinki University Press. Helsinki. Ss. 167–194.*
- Nitsch, J. P. 1957. Photoperiodism in woody plants. *American Society of Horticulture Science, Proceedings* 70:526–544.
- 1962. Photoperiodic regulation of growth in woody plants. *Teoksessa: Grandoud, J. C. (toim.). International horticultural congress 15 (Nice 1958). Proc. "Advances in horticultural science and their applications." III:14–22.*
- Odlum, K. D. & Colombo, S. J. 1988. Short day exposure to induce budset prolongs shoot growth in the following year. *Teoksessa: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forestry Nursery Association. Toim. T. D. Landis. USDA Forest Service General Technical Report RM-167: 57–59.*
- Perry, T. O. 1971. Dormancy of trees in winter. *Science* 171:29–36
- Raulo, J. & Leikola, M. 1974. Tuloksia puiden vuotuisen pituuskasvun ajoittumisesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 81(2):1–19.
- Rosvall-Åhnebrink, G. 1977. Artificiell invintring av skogsplantor i plastväxthus. Summary: Artificial hardening of spruce and pine seedlings in plastic greenhouses. *Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsföryngning. International 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. Ss. 163–170.*
- 1990. Bättre plantkvalitet genom styrning av fotoperiod och temperatur. *Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsfakta konferens No. 14:27–34.*
- Sandvik, M. 1975. Kontroll av invintringstempo hos granplanter i praktiske produktionsanlegg. *Årsskrift 1974 för Norske skogsplantaskoler:49–56.*
- 1976. Styring av vekstrytme og etablerinsevne hos granplanter. *Utdrag av*

- foredrag under planteskolekurset på Søsterud, September 1975. Årsskrift 1975 for Norske skogsplantsskoler:68–76.
- 1977. Vekstavslutning og overvintringsevne hos granplantor Summary: Growth cessation and overwintering ability of *Picea abies* (L.) Karst. seedlings. Skogshögsskolan. Institutionen för skogsgenetik. (Experimental genetikologi. Stockholm) Rapportur och Uppsatser 27:117–123.
- Vaartaja, O. 1951. Päivän pituuden vaikutuksesta puiden kasvuun. Summary: On photoperiodism in Finnish trees. Metsätaloudellinen aikakauslehti 4:105–107.
- 1957. Photoperiodic responses in seedlings of northern tree species. Canadian Journal of Botany 35:133–138.
- Van Eerden, E. & Gates, J. W. 1990. Seedling production and processing: Container. Teoksessa: Lavender, Parish, Johnson, Montgomery, Vyse, Willis & Winston (toim.). Regeneration British Columbia's forests. Ss. 226–234.
- Wareing, P. F. 1956. Photoperiodism in woody plants. Annual Review of Plant Physiology 7:191–214.
- Weiser, C. J. 1970. Cold resistance and injury in woody plants. Knowledge of hardy plant adaptation to freezing stress may help us to reduce winter damage. Science 169:1269–1278.



# Voidaanko taimikasvatuksella vaikuttaa hyönteistuhokestävyyteen?

---

*Jukka Selander*

Hyönteiset ovat aiheuttaneet taimitarhoilla vain ajoittain taimituhonhoja, joista peltoluteen männynntaimen kasvuhäiriönä tunnettu ongelma on vakavin ja saanut osakseen paljon tutkimusta. Yleensä voidaan sanoa, että 1960/70 -lukujen taitteessa alkanut ”uusi” taimitarhateknikka lämmitettävine muovihuoneineen, kastelujärjestelmineen ja kasvuturvealustoineen poisti monet krooniset hyönteistuhonongelmat. Esimerkiksi taimipunkin kehitys ei ”pysy mukana” nopeatempoisessa taimenkasvatuksessa, jossa kylvöt tehdään varhain keväällä muovin alla, kasvatusaika on oleellisesti lyhentynyt ja sitä paitsi kesän kuivuudesta hyötyvä punkki saa kärsiä vielä sadetuksestakin. Toista oli ennen, kun kuusentaimi kasvatettiin nelivuotiaaksi ilman keinokastelua ja taimet saattoivat kellastua, kun punkit niitä kasvatuksen loppuvaiheissa runsasmäärin vioittivat.

Taimikasvatuksella voi olla vaikutusta taimen hyönteistuhokestävyyteen paitsi taimitarhalla myös istutuksen jälkeen metsässä. Taimen taitava kasvattaminen selviytymään parhaalla mahdollisella tavalla istutusta edeltävä, noston, varastoinnin ja kuljetuksen aiheuttama rasitus, sekä istutusshokki on luonnollinen osa taimenkasvatuksen nykyistä tietotaitoa. Miten nykyiset taimenkasvatusmenetelmät vaikuttavat välillisesti taimen kohtaloon metsässä hyönteistuholaisten näkökulmasta?

Tässä yhteydessä tuhonkestävyydellä tarkoitetaan kasvatuksen keinoin, siis taimen ulkomuodon, koon, ravinnepitoisuuden yms. vaikutusta tuhonkestävyyteen. Varsinainen resistenssi puolestaan on perinnöllistä laatua ja pysyvää ja liittyy esim. metsänjalostustoimintaan. Käytännössä kasvatuksellinen ”valeresistenssi” voi kuitenkin on olla merkittävää: taimi voidaan saada nopeasti kasvamaan tuhoalttiin kehitysvaiheen ohi, tai oikein kasvatettu taimi sietää vioitusta ja toipuu nopeasti vauriosta.

Tukkimiehentäi on ylivoimaisesti vaarallisin ja yleisin tuhoriski vasta istutetulle taimelle. Tätä metsätuholaista ja sen kykyä vioittaa erilaisia männynntaimia on meillä viime vuosina seikkape-

räisesti tutkittu. Tarkoitukseni on tässä arvioida jäljempänä luetelluissa tutkimusjulkaisuissamme esiin tulleita tuloksia käytännön taimenkasvatuksen kannalta.

## **Onko luontainen vai viljelty taimi kestävämpi?**

Eräs tutkimuksen lähtökohta oli testata kumpi taimi, istutettu vai tyveltään samanpaksuinen luonnontaimi, on tukkimiehentäille halutumpaa ravintoa. Pareittain taimia kentällä vertailtaessa luonnontaimien vaara vioittua oli selvästi pienempi kuin normaalien, niiden viereen istutettujen taimien. Vaikka kokeen tulos oli varsin selvä, koemenetelmät eivät riittäneet syiden tarkempaan analyysiin. Luonnontaimien kestävyys saattoi johtua niiden ohuen nilan ravintoköyhyydestä, mutta yhtä hyvin siitä, että tukkimiehentäi maisteli mieluummin viereisen juurtumattoman paksunilaista viljelytainta, jonka puolustuskyky (pihkavuoto) saattoi olla juuri istutuksesta johtuen ehtynyt.

## **Pienet vai kookkaat taimet kestäviä?**

Taimen koko ja muoto liittyy siinä määrin taimilajiin, että eri kokoisia taimia edustamaan otettiin kokeisiin viisi männyn taimilajia, alkaen pienistä kennotaimista 1(Lk-A)Fh508 aina kookkaiisiin kouluttuihin avomaataimiin 2Ax1A.

Kookkaat paljasjuuritaimet olivat selvästi pieniä paakkutaimia kestävämpiä. Tukkimiehentäi toki nakertaa kookkaitakin taimia ja mahdollisesti voi hajuistillaan löytää niitä helpommin, mutta kuorivioituksen ankaruus jää suhteellisesti pienemmäksi kookkaassa taimessa ja elossa selviäminen on parempi kuin pienen taimen.

## **Typpi- ja kalilannoituksen vaikutus**

Kokeita varten kasvatettiin ruukuissa pelkkää typpeä saanut taimiryhmä ja PK-lannoitettu taimiryhmä. Vertailuryhminä oli normaali NKP-lannoitus sekä täysin lannoittamattomat taimet. Kasvu- alustana oli ravinteista puhdas hiekka ja kasvatusta suoritettiin ulkolämpötilassa kasvihuonekatoksessa. Täysin kontrolloitua kasvatusta seurasi myöhemmin kesällä taimipareittaiset vioituskokeet, joissa tukkimiehentäitä syötettiin häkeissä kyseisillä taimilla ja tuloksena mitattiin miten paljon erilaiset taimet vioittuivat tällaisessa koetilanteessa.

PK-lannoitetut taimet selvisivät kokeista pienimmin vaurioin. Näyttääkin siltä että tukkimiehentäi valitessaan täyslannoitetun ja PK-lannoitetun taimen väliltä valitsee typpeä saaneen ja samalla paksunilaisen ja mahdollisesti muutenkin maittavamman taimen.

Eri tavoin lannoitettuja taimia testattiin myös maastokokeessa, jossa taimen vertailuparina oli samankokoinen luonnontaimi. Tuloksen olivat samansuuntaisia kuin laboratoriossa. Voimakas täyslannoitus johtaa ankarampaan tukkimiehentäin vointukseen kuin mahdollisimman niukka lannoitus.

## **Taimen vedenpuutos altistaa vointukselle**

Normaalissa istutustilanteessa taimi kärsii aina enemmän tai vähemmän vedenpuutteesta, mikä korjaantuu vasta kun taimen juuristo pystyy ottamaan vettä uusissa oloissa. On mahdollista, että muutamiakin päivien häiriöt taimen vesitaloudessa istutuksen jälkeen voivat vaikuttaa sen maistuvuuteen ja houkuttelevuuteen tukkimiehentäille.

Tällaista vedenpuutostilannetta jäljiteltiin laboratoriokokeissa. Vedenpuutteella stressatut taimet todettiin erityisen houkutteleviksi tukkimiehentäille. On varsin mahdollista, että huolimaton istutus ja taimen hidas juurtuminen voivat aiheuttaa taimikuolleisuutta myös tukkimiehentäille altistumisen kautta normaalin viljelyn yhteydessä. Toisaalta istutusta seuraava kuivuus voi lisätä tukkimiehentäin taimituhoja; sitäpaitsi lämmin ilma lisää kärsikkään aktiivisuutta.

## **Tuhonkestävän taimen tuntomerkkejä**

Vaikka edellä olevat kokeet tuottivat merkitseviä tuloksia erilaisissa tuhokestävyiden koetilanteissa sekä kentällä että laboratoriossa, yksioikoista ohjetta taimenkasvatuksen käytäntöön on vaikea osoittaa.

Sääntö on edelleen se mitä on tiedetty jo pitkään: kookkaat ja elinvoimaiset taimet selviytyvät parhaiten tukkimiehentäitä vastaan. Kookkaita taimia saadaan aikaan voimakkaalla täyslannoituksella. Liikaa kasvua jarrutetaan loppukesän PK-lannoituksella.

Kokeissa vajaasti lannoitetut taimet jäivät aina pienikokoisiksi ja tukkimiehentäinkestävyydestään huolimatta niiden viljelytulosaattaa muista syistä jäädä lopulta epävarmemmaksi kuin kookkaiden ja täyslannoitettujen.

Teoriassa kookas mutta niukasti lannoitettu taimi olisi ehkä tuhonkestävin, mutta sellaisen kasvatus taimitarhataimena kestäisi kauan ja tulisi kalliiksi. Toisaalta kasvatuksen ”luonnonmukaisuuden” lisääminen taimitarhalla ei ole järkevää; luonnonmukaisuutta tavoiteltaessa valittakoon kylvö uudistusmenetelmäksi. Silloin myös hyönteistuhot jäävät vähäisiksi.

Kun olemme valinneet taimituotannon ja metsänviljelyn, olkoon siinä kaikki kasvatukselliset keinot sallittuja taimen varman viljelytuloksen ja ”tuhohenkivakuutuksen” hyväksi!

## Kirjallisuus

- Heliövaara, K. & Löyttyniemi, K. 1989. Effect of forest fertilization on pine needle-feeding Coleoptera. Seloste: Lannoituksen vaikutus männyn neulasilla eläviin kovakuoriaisiin. *Silva Fennica* 23: 279–286.
- Heliövaara, K., Terho, E. & Annala, E. 1983. Effect of nitrogen fertilization and insecticides on the population density of the pine bark bug, *Aradus cinnamomeus* (Heteroptera, Agadidae). Seloste: Typpilannoituksen ja eräiden hyönteismyrkköjen vaikutus punalatkan esiintymisrunsauteen. *Silva Fennica* 17:351–357.
- Immonen, Auli. 1990. Männyn (*Pinus sylvestris* L.) taimen alttiudesta tukkimiehentäille (*Hylobius abietis* L.). Joensuun yliopisto, biologian laitos. Pro-gradu työ. 106 s.
- Löyttyniemi, K. & Heliövaara, K. 1991. Effect of forest fertilization on the spruce spider mite *Oligonychus ununguis* (Jacobi) (Acarina, Tetranychidae). *Acarologia* 32(2):139–143.
- Pullinen, Juha. 1989. Mahdollisuuksista ennakoita uudistusalan kasvupaikkatekijöiden perusteella tukkimiehintäin tuhoja männyn taimilla, Helsingin yliopisto, maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Pro-gradu työ. 94 s.
- Selander, J. 1993. Survival model for *Pinus sylvestris* seedlings at risk from *Hylobius abietis*. *Scand. J. For. Res.* 8: 66–72.
- Selander, J. & Immonen, A. 1991. Lannoituksen vaikutus männyntaimen tuhonalttiuteen tukkimiehintäille. *Folia Forestalia* 771, 21 s.
- Selander, J. & Immonen, A. 1992. Effect of fertilization and watering of Scots pine seedlings on the feeding preference of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). Tiivistelmä: Männyntaimen lannoituksen ja kastelun vaikutus tukkimiehintäin (*Hylobius abietis*) vooitukseen. *Silva Fennica* 26(2): 75–84.
- Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. 1990. Luontaisen ja istutetun männyntaimen kestävyys tukkimiehintäitä vastaan. *Folia Forestalia* 766, 19 s.
- Selander, J. & Kalo, P. 1979. Männyn taimen pihkan monoterpeenien vaikutuksesta tuhonkestävyyteen tukkimiehintäitä, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera, Curculionidae) vastaan. *Silva Fennica* 13: 115-130.

# Juuriston läheisyydessä elävän mikrobiston toiminta ja merkitys kasville

---

*Aino Smolander*

Ritsosfääriksi kutsutaan juuren läheisyydessä olevaa maakerrosta, joka kasvin juurten toiminnan takia poikkeaa ympäröivästä maasta sekä fysikaalisilta, kemiallisilta että biologisilta ominaisuuksiltaan. Hiltner käytti vuonna 1904 ritsosfäärikäsitettä ensimmäisen kerran kuvaamaan palkokasvien juurten ja bakteerien välistä vuorovaikutussuhdetta, mutta myöhemmin käsite laajennettiin kaikkiin kasveihin (Lynch 1992a). Ritsoplaanilla, joka on tavallaan osa ritsosfääriä, tarkoitetaan juuren pintaa. Joskus puhutaan mykorrhitsosfääristä, jolla ymmärretään mykorrhitsan eli sienijuuren läheisyydessä olevaa aluetta.

Ritsosfääri poikkeaa muusta maasta monilta kemiallisilta, fysikaalisilta ja biologisilta ominaisuuksiltaan, joiden takia sekä mikrobien määrä, lajikoostumus ja toiminnot ovat erilaisia kuin muualla maassa. Seuraavassa luodaan yleiskatsaus ritsosfääriin mikrobiston toimintaan.

## **Juuriston vaikutus mikrobeihin**

Mikrobien kasvu- ja toimintaympäristönä ritsosfääri eroaa muusta maasta monessa suhteessa. Juuret vaikuttavat ympäristöönsä usealla eri toiminnollaan, kuten veden ja ravinteiden otollaan, kaasujen vaihdollaan ja orgaanisten yhdisteiden erittämisellään. Ritsosfääriin pH saattaa poiketa muun maan pH:sta parikin pH-yksikköä (Nye 1981); eron suunta riippuu esim. kasvin typenlähteestä siten, että ammoniumtypen otto laskee pH:ta ja nitraattitypen otto nostaa pH:ta. Samoin ritsosfääriin kosteus, redox- eli hapetus-pelkistyspotentiaali, ravinnepitoisuus sekä maan ilman koostumus, esim. sen happipitoisuus poikkeavat muusta maasta.

Kasvit allokoivat merkittävän osan fotosynteesissä sitomastaan hiilestä juurieritteisiin (esim. Trolldenier 1989, Cheng ym. 1993), joiden pääasiassa helposti hajotettavissa olevat hiiliyhdisteet kannattelevat mikrobien kasvua tarjoamalla niille sopivia hiilen ja

energian lähteitä. Juurieritteet voidaan jakaa vesiliukoisiin ja veden liukenemattomiin yhdisteisiin, ja ne voivat sisältää mm. sokeireita, aminohappoja, orgaanisia happoja, hormoneja, vitamiineja ja entsyymejä. Lisäksi hajoamistuotteina voi vapautua soluja tai niiden osia ja kaasuja, kuten etyleeniä ja hiilidioksidia. Juurieritystä on sekä passiivista eli kontrolloimatonta että aktiivista eli kasvin kannalta tarkoituksen mukaista. Mikrobin toiminta muuttaa koko ajan juurieritteiden koostumusta. Metsäpuumme ovat lähes poikkeuksetta mykorritsoituneita ja riippuvaisia sienisymbioosista ravinteidenotossaan. Tilanne on sen vuoksi niillä monimutkainen, koska sienisymbiontti voi muuttaa juurieritystä ja erittää itsekin oman aineenvaihduntansa tuotteita. Juurieritteiden koostumus vaihtelee eri kasvilajien välillä (Smith 1976). Juurieritys on vähäisempää steriileissä oloissa, joten mikrobit stimuloivat juurieritystä. Maan ravinteisuus vaikuttaa ritsosfääriin mikrobistoon paitsi suoraan myös epäsuorasti muuttamalla kasvin juurieritystä.

Vaikka maassa onkin runsaasti orgaanista ainesta mikrobistolle tarjolla, on suuri osa siitä vaikeasti hajoavaa. Ritsosfääriin mikrobeille edullinen vaikutus perustuukin paljolti siihen, että ritsosfäärissä on mikrobeille saatavissa helposti hyödynnettäviä hiilen- ja energianlähteitä. Tämä ilmenee usein suurempina mikrobimäärinä, korkeampana kasvunopeutena ja erilaisena lajikoostumuksena ritsosfäärissä kuin muualla maassa.

## Mikrobin vaikutus kasviin

Mikrobin vaikutus kasviin voi olla hyödyllinen tai haitallinen tai neutraali. Joissain tapauksissa vaikutus vaihtelee maan ominaisuuksista riippuen hyödyllisestä haitalliseen.

Ritsosfäärimikrobin vaikutus kasviin perustuu suureksi osaksi niiden tuottamiin erilaisiin yhdisteisiin. Paitsi että nämä yhdisteet vaikuttavat suoraan kasviin ne voivat lisäksi vaikuttaa ritsosfääriin mikrobistokoostumukseen, ravinteiden saatavuuteen ja maan rakenteeseen. Mikrobit voivat tuottaa kasvihormoneja, kasveille myrkyllisiä yhdisteitä eli fytotoksiineja, vitamiineja, antibiootteja, entsyymejä ja ravinteita kelatoivia yhdisteitä.

Mikrobin on todettu voivan tuottaa eri kasvihormoniryhmiin (auksiinit, sytokiniinit, gibberelliinit ja etyleeni) kuuluvia yhdisteitä. Useiden eri bakteerisukujen on puhdasviljelminä todettu voivan tuottaa auksiinin tapaisia indolijohdteita, esimerkkeinä tässä mainittakoon ainakin heinäkasvien juurten pinnalla esiintyvät bakteerisuvut *Klebsiella* ja *Enterobacter* (Haahtela ym. 1991), leppäjuurinysträsymbionttina tunnettu *Frankia* (Smolander ym. 1990) sekä palkokasvien symbiontti *Rhizobium* (Wheeler ym. 1984). Siis puhdasviljelmänä kasvaessaan monet bakteerilajit näyttäisivät pystyvän tuottamaan indolijohdteita, mutta tämä ei vielä todista niiden indolien tuottoa ritsosfäärissä. Joissain tutkimuksissa on osoitettu, että bakteerisiirros aiheuttaa morfologisia muutok-

Kuva 1. Lepän typensidontasymbiontina paremmin tunnetun Frankia-bakteerin rihmastoja, vesikkeleitä ja sporangioita rauduskoivun ritsosfäärissä. rs=juuren pinta, rh=juurikarva. Mittajana = 20 µm. Pyyhkäisyelektronimikroskooppikuva, Eeva-Liisa Nurmiaho-Lassila, Helsingin yliopiston Yleisen mikrobiologian laitos (julkaistu Smolander ym. 1990, Can. J. Microbiol. 36: 649–656).

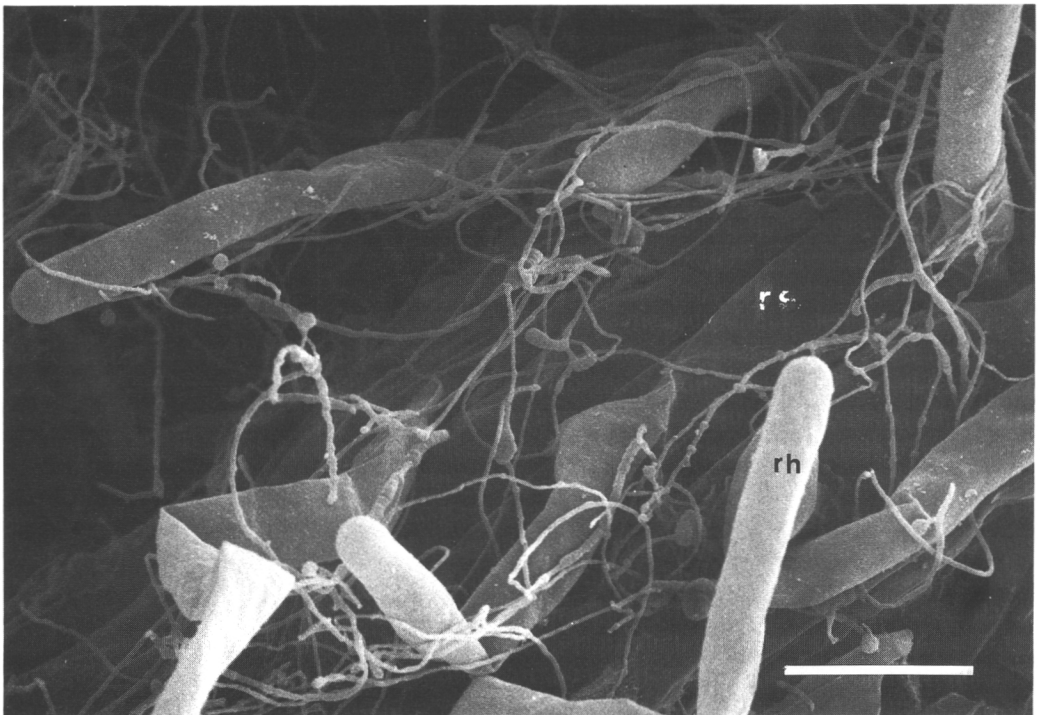
sia juuristossa verrattuna steriileissä oloissa kasvaneisiin taimiin, esim. *Klebsiella* ja *Enterobacter* juurikarvojen lisääntymistä heinillä (Haahtela ym. 1991) ja *Frankia* (ks. kuva 1) sivujuurten lisääntymistä rauduskoivulla (Rönkkö ym. 1993), mihin ilmiöön bakteerin hormonintuottoa ritsosfäärissä pidetään todennäköisenä aiheuttajana. Mielenkiintoista on, että monet kliiniset bakteeritkin kykenevät tuottamaan kasvihormoneja (Haahtela ym. 1991).

Fytotoksiinit eroavat kasvihormoneista siinä, että niiden kuljetus kasvissa on vähäisempää ja ne ovat aktiivisia yleensä suurempina pitoisuuksina. Jotkin mikrobin tuottamat orgaaniset hapot (alifaattisia, aromaattisia, aminohappoja) voivat toimia fytotoksiineina. Jotkin sienilajit tuottavat esim. patuliinia, joka estää kasvin kasvua (Vancura ja Jandera 1986).

Jotkut ritsosfääristä eristetyt bakteerit voivat tuottaa vitamiineja puhtasviljelmänä kasvaessaan, mutta ilmiön merkitys ritsosfäärissä ja kasvin kannalta on epäselvä.

Joistakin ritsosfäärin mikrobeista tiedetään, että ne kykenevät estämään taudinaiheuttajamikrobien kasvua joko tuottamalla antibiootteja niitä vastaan tai kilpailemalla niiden kanssa (Lynch 1992b).

Entsyymien (esim. fosfataasi-, ureaasi- ja proteaasientsyymit) tärkeä tehtävä sekä ritsosfäärissä että muualla maassa on muuttaa orgaanista ainesta kasvien saatavissa oleviksi kivennäisaineiksi, siis kasvin ravinteiksi. Entsyyymiaktiivisuus on lähes aina ritsosfäärissä korkeampi kuin muualla maassa (Vancura ja Jandera



1986). Entsyymeistä osaa tuottavat kasvit, osaa mikrobit ja osaa molemmat. Esim. proteaasin ja ureaasin tuottoon kasvit eivät kykene.

Jotkut ritsosfäärin sienet ja bakteerit tuottavat sidēroforeja, jotka kelatoivat rautaa. Sideroforien tuotolla on havaittu olevan merkitystä joidenkin kasvitautien aiheuttajien estäjinä, mutta ilmiön syytä ei vielä täysin tunneta (Lynch 1992b).

Ritsosfäärin mikrobit voivat parantaa tai huonontaa kasvin ravinteiden saantia, ja vaikutus voi olla välillinen tai välitön. Mikrobit voivat muuttaa juuriston morfologiaa ja vaikuttaa tätä kautta kasvin ravinteiden saantiin. Ne voivat esim. lisätä juuren pintalaa lisäämällä juurikarvojen tai sivujuurten muodostusta (Haahtela ym. 1990, Rönkkö ym. 1993). Mikrobit toisaalta mineralisoivat ravinteita kasvin käyttöön, toisaalta ne kilpailevat ravinteista kasvin kanssa. Ritsosfääri voi suosia erilaisia toimintoja hoitavia mikrobiryhmiä kuin muu maa. Ritsosfääriä pidetään otollisena paikkana typpeäsitoville bakteereille, jotka pelkistävät ilmakehän vapaata typpeä ammoniumiksi eli kasveille kelpolliseen muotoon. Peltokasveilla havaittiin esim., että orgaanisen aineen hajotus, typen mineralisaatio ja denitrifikaatio olivat suurempia ritsosfäärissä kuin muualla maassa, kun taas nitrifikaatio oli vähemmän merkittävää (Trolldenier 1989, Cheng ja Coleman 1990, Both 1990).

## Lopuksi

Juuri (tai sienijuuri) ja ritsosfäärin mikrobit muodostavat toiminnallisen kokonaisuuden. Toimenpiteet jotka vaikuttavat ritsosfäärin mikrobistoon, vaikuttavat myös kasviin. Esimerkiksi typpilannoitus vähentää ritsosfäärin luontaista typensidontaa ja torjunta-aineet muuttavat mikrobiston lajikoostumusta. Muutoksilla voi olla merkitystä kasvin ravinteidensaannille, terveydelle ja kasvulle.

## Kirjallisuus

- Both, G.J. 1992. The ecology of nitrite-oxidizing bacteria in grassland soils. PhD thesis. University of Groningen, the Netherlands.
- Cheng, W. ja Coleman, D.C. 1990. Effect of living roots on soil organic matter decomposition. *Soil. Biol. Biochem.* 22: 781–787.
- Cheng, W., Coleman, D.C., Carroll, C.R. ja Hoffman, C.A. 1993. In situ measurement of root respiration and soluble C concentrations in the rhizosphere. *Soil Biol. Biochem.* 25:1189–1196.
- Haahtela, K., Rönkkö, R., Laakso, T., Williams, P.H. ja Korhonen, T.K. 1990. Root-associated *Enterobacter* and *Klebsiella* in *Poa pratensis*: Characterization of an iron-scavenging system and a substance stimulating root hair production. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 3: 358–356.
- Lynch, J.M. 1990a. Introduction: some consequences of microbial rhizosphere competence for plant and soil. Teoksessa: *The Rhizosphere*, s. 1–10. J.M.

- Lynch (toim.), John Wiley & Sons.
- Lynch, J.M. 1990b. Microbial metabolites. Teoksessa: The Rhizosphere, s. 177–206. J.M. Lynch (toim.), John Wiley & Sons.
- Muys, B. ja Lust, N. 1992. Inventory of the earthworm communities and the state of litter decomposition in the forests of Flanders, Belgium, and its implications for forest management. *Soil Biol. Biochem.* 24: 1677–1681.
- Nye, P.H. 1981. Changes in pH across the rhizosphere induced by roots. *Plant and Soil* 61: 7–26.
- Parmelee, R.W., Ehrenfeld, J.G. ja Tate III, R.L. 1993. Effects of pine roots on microorganisms, fauna, and nitrogen availability in two soil horizons on a coniferous forest spodosol. *Biol. Fertil. Soils* 15: 113–119.
- Rönkkö, R., Smolander, A., Nurmiäho-Lassila, E.-L. ja Haahtela, K. 1993. *Frankia* in the rhizosphere of nonhost plants: A comparison with root-associated N<sub>2</sub>-fixing *Enterobacter*, *Klebsiella* and *Pseudomonas*. *Plant and Soil* 153: 85–95.
- Smith, W.H. 1976. Character and significance of forest tree root exudates. *Ecology* 57: 324–331.
- Smolander, A. 1990. *Frankia* in forest soils. Väitöskirja, Helsingin yliopisto.
- Trolldenier, G. 1989. Plant nutritional and soil factors in relation to microbial activity in the rhizosphere, with particular emphasis on denitrification. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 152:223–230.
- Vancura, V. ja Jandera, A. 1986. Formation of biologically active metabolites by rhizosphere microflora. Teoksessa: Microbial communities in soil, s. 73–87. V. Jenses, A. Kjoller ja L.H. Sorensen (toim.), Elsevier Applied Science Publishers.
- Wheeler, C.T., Crozier, A. ja Sandberg, G. 1984. The biosynthesis of indole-3-acetic acid by *Frankia*. *Plant and Soil* 78: 99–104.



# Tutkimustuloksia paakkutaimien kasvualustojen rakenne- ja vesitalousominaisuuksista

---

*Juha Heiskanen*

Vaalean rahkaturpeen (maatumisaste H1-3, von Post) rakenteellisten ominaisuuksien on katsottu antavan yleensä hyvän käyttökelpoisuuden sekä säädeltävyyden kasvien kastelulle ja lannoitukselle (Puustjärvi 1973, 1991, Heiskanen 1993b). Vaalea rahkaturve ja siihen pohjautuvat seokset ovatkin vallitsevia kasvualustoja kasvihuoneviljelyssä sekä Suomessa että muissa Pohjoismaissa. Kasvuturve voi kuitenkin antaa heikommat kasvuedellytykset varsinaisen kasvihuonekasvatuksen jälkeen karaistusken-  
tillä, jolloin kasvuoloja ei voida säädellä yhtä hyvin.

Turve on orgaaninen aine ja sen rakenne on siten suhteellisen heterogeeninen. Orgaaninen aines on lisäksi yleensä herkkä mekaaniselle rasitukselle. Siten myös kasvuturpeen ominaisuudet voivat muuttua niitä käsiteltäessä. Lisäksi kuiva orgaaninen aines on vaikeasti uudelleenkastuva mikä voi rajoittaa taimen vedensaa-  
tavuutta myös turpeesta. Turpeen vedenpidätyskyky on toisaalta hyvin suuri, jolloin huokostila voi täytyä vedellä niin, että ilmalla täyttyneiden huokosten osuus vähenee liikaa taimille riittävän ilmanvaihdon kannalta. Lähinnä tummien turpeiden (maatumisaste >H3) rakenneominaisuuksia on ulkomailla parannettu jo pitkään erilaisin seosainelisäyksin, mutta myös vaalean turpeen seosaineita on tutkittu.

Seuraavassa katsauksessa esitetään eräitä Metsäntutkimuslaitoksessa tehtyjen tutkimusten tuloksia metsäpuiden taimitarhoilla käyettyjen kasvuturpeiden ja niihin pohjautuvien kasvualustaseosten rakenne-, vesitalousominaisuuksista sekä niiden vaikutuksista paakkutaimien kehittymiseen.

## Kasvuturpeet

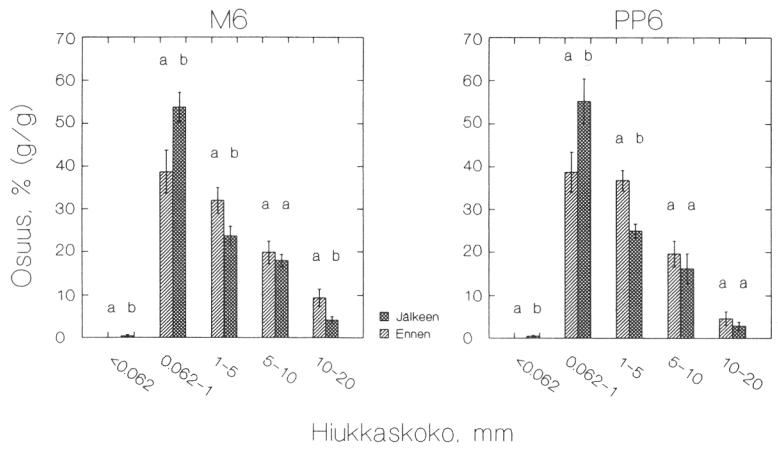
### *Taimipaakkujen täyttövaiheen vaikutus kasvuturpeen rakenteeseen*

Kasvuturpeen rakenneominaisuudet vaikuttavat sen vedenpidätyskykyyn ja sitä kautta myös sen kasvatusominaisuuksiin, ennenkaikkea kasteluun ja lannoitukseen. Eri kasvuturvelajien rakenneominaisuudet taimitarhoilla voivat kuitenkin erota toisistaan suhteellisen vähän (Heiskanen 1993e). Yksi mahdollinen syy turvetuotteiden alkuperäisten rakenteen ja hiukkaskoon erojen muutoksille on turpeen mekaaninen käsittely taimitarhoilla. Tämän vuoksi tutkittiin karkean (Kekkilä M6) ja keskikarkean (Kekkilä PP6) kasvuturpeen paakkuihin täyttämisen vaikutusta niiden rakenteeseen.

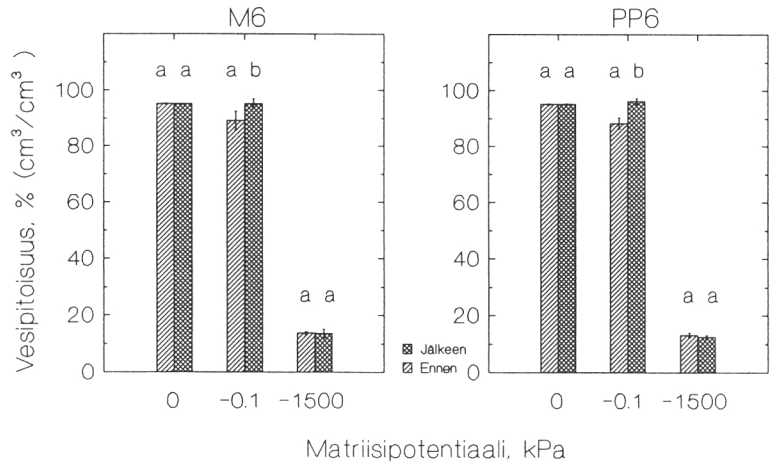
Keväällä 1993 ennen täyttöä paakkuihin otettiin turvenäytteitä suoraan turvesäkeistä (kummankin turpeen 3 säkistä 6 näytettä). Turpeet lapiotiin sitten säkeistä paakuntäyttökoneen (Lännen FL2 / 1988) syöttökierukkaan, joka löyhenti turpeen ja täytti sen paakkuihin (Plantek 25, Lännen). Täytetyt paakkuarkit sijoitettiin ulos kasvihuoneiden (Suonenjoen taimitarha) viereen peitettyihin pinoihin, joissa ne olivat nelisen viikkoa ennen näytteenottoa. Paakuista otettiin sitten turvenäytteitä (kahdesta arkista turvesäkkiä kohti). Näin saatiin kerättyä näytteitä, jotka edustivat tietystä säkistä otettua turvetta ennen ja jälkeen paakkuihin täytön. Näytteistä määritettiin hiukkaskokojakauma, tiheys sekä vedenpidätyskykytunnuksia (Heiskanen 1990, 1993d, e).

Eri taimiarkkien välillä oli pientä vaihtelua paakkujen täyttömäärissä (319–371 cm<sup>3</sup>) ja tiiviydessä (tuoretiheys 0.13–0.21 g cm<sup>-3</sup>) sekä lähinnä alle 1 mm hiukkasten osuuksissa. Siten täyttövaihe on lajittanut ja täyttänyt turvetta hieman eri tavoin eri arkkeihin ja paakkuihin. Lajittuneisuus turvesäkeissä lienee vaikuttanut turpeen jakaantumiseen arkeissa. Paakkuihin täyttö ja varastointi tarhalla ovat lisäksi hienontaneet merkisevästi sekä karkean että keskikarkean turpeen hiukkaskokojakaumaa (kuva 1). Alle 1 mm hiukkasten osuus on lisääntynyt merkittävästi ja yli 1 mm hiukkasten osuus on puolestaan vähentynyt. Ennen paakkuihin täyttöä karkean ja keskikarkean turpeen hiukkasten osuudet luokissa 1–5 ja 10–20 mm erosivat toistaan merkitsevästi. Paakkuihin täytön jälkeen karkean ja keskikarkean turpeen hiukkaskokojakaumat eivät eronneet toisistaan. Näinollen turpeen mekaaninen käsittely mitä ilmeisemmin selittää pääosin turvetuotteiden välisiä suhteellisen vähäisiä rakenne-eroja taimitarhoilla.

Kuva 1. Karkean (M6) ja keskikarkean (PP6) kasvuturpeen hiukkaskojoakauma ennen ja jälkeen paakkuihin täytön (keskiarvo ja keskihajonta). Eri kirjaimet (a ja b) osoittavat tilastollisesti merkitsevää eroa ennen ja jälkeen paakkuihin täytön ( $p < 0.05$ , Tukeyn testi).



Kuva 2. Karkean (M6) ja keskikarkean (PP6) kasvuturpeen vedenpidätyskyky eri matriisipotentiaalin arvoilla ennen ja jälkeen paakkuihin täytön (keskiarvo ja keskihajonta). Eri kirjaimet (a ja b) osoittavat tilastollisesti merkitsevää eroa ennen ja jälkeen paakkuihin täytön ( $p < 0.05$ , Tukeyn testi).



Turvesäkeissä turpeen vesipitoisuus vaihteli jonkin verran eri sakkien välillä (55–80 massa-%). Koska turpeen keskimääräinen kuivatiheys (n.  $0.078 \text{ g cm}^{-3}$ ) oli kuitenkin sama ennen ja jälkeen paakkuihin täytön, turpeen kokonaishuokostila (= kyllästysvesitila, jolloin matriisipotentiaali = 0) oli myös keskimäärin sama ennen ja jälkeen paakkuihin täytön (kuva 2). Lakastumisrajalla (-1500 kPa) vedenpidätyskyky ei myöskään muuttunut paakkuihin täyttämisen vuoksi. Sen sijaan matriisipotentiaalissa -0.1 kPa (hieman kyllästystilaa kuivemmassa) kummankin turpeen vedenpidätyskyky lisääntyi merkitsevästi paakkuihin täytön jälkeen. Eroja arkien välillä oli hieman (93–97%). On todennäköistä, että vedenpidätyskyky on lisääntynyt myös matriisipotentiaalilla -1...-5 kPa, joita usein esiintyy taimikasvatuksessa. Tällöin lisääntynyt vedenpidättyminen vähentää vastaavasti ilmalla täyttynyttä huo-

kostilaa, mikä alentaa kasvualustan ilmanvaihtoa ja juurten hapensaataavuutta (Heiskanen 1993b, c) ja voi sen vuoksi lisätä myös juurilahoriskiiä.

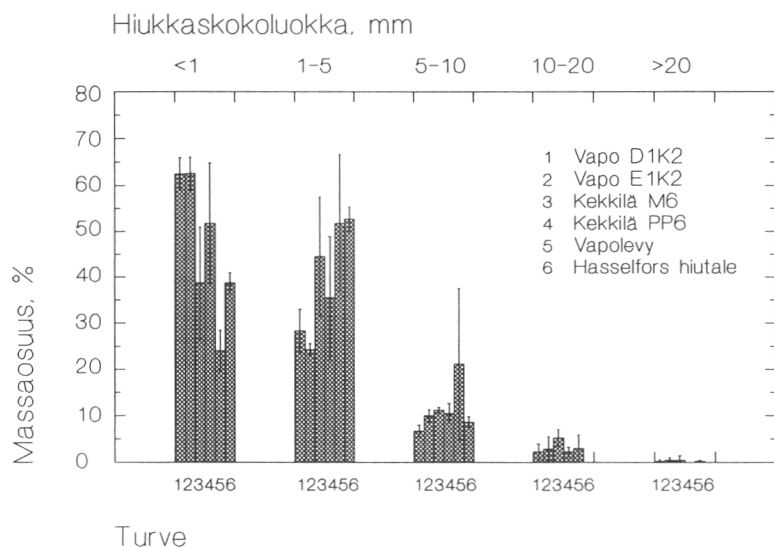
### *Kasvuturpeiden vedenpidätyskyky ja sen vaihtelu taimitarhoilla*

Veden- ja hapensaataavuus taimille riippuu kasvualustan vedenpidätyskyvystä ja siihen ajan mukaan vaihtelevassa määrin pidättyneestä vesimäärästä. Näinollen kasvuturpeen vedenpidätyskyky on merkittävä tekijä taimien kastelun ja kasvun kannalta (Heiskanen 1993d). Eri kasvuturvelajien rakenne- ja vesitalousominaisuuksista ja niiden välisistä eroista on tutkittua tietoa ollut kuitenkin suhteellisen vähän. Näiden tekijöiden tutkimiseksi kerättiin keväällä v. 1990 kasvuturvenäytteitä kahden tuottajan (Vapo Oy, Kekkilä Oy) karkeasta ja keskikarkeasta (D1K2, E1K2 ja M6, PP6) turpeesta eri kasvihuoneista neljältä taimitarhalta (Joroinen, Puupelto, Suonenjoki, Syrjälä) (Heiskanen 1993e). Näytteitä kerättiin juuri kylvetyistä, mutta kastelemattomista taimiarkeista yhteensä 100 kpl. Lisäksi kerättiin 10 näytettä Vapolevy-turpeesta sekä ruotsalaisesta hiutale-turpeesta (Hasselfors Corp.) yhdestä satunnaisesta erästä. Näytteistä määritettiin mm. tiheystunnuksia, kyllästysvedenjohtavuus ja vedenpidätyskyky (Heiskanen 1993e).

Turpeiden hiukkaskokojakaumissa oli eroja vaikka vaihtelu eri kokoluokissa oli varsin suurta (kuva 3). Eroja oli lähinnä vain turvetuottajien välillä. Vapon irtoturpeissa oli esim. 1–5 mm hiukkasten osuus alempi ja alle 1 mm hiukkasten osuus suurempi kuin Kekkilän turpeissa. Lisäksi Vapolevy oli selvästi muita karkeampaa, koska 5–10 mm hiukkasia oli siinä muita enemmän. Vapolevy- ja hiutale-turpeessa oli myös eniten 1–5 mm hiukkasia, joista muissa turpeissa suurin osa oli mururakeita (eli aggregaatteja). Kaikki turpeet Vapolevyä lukuunottamatta olivat hienompina kuin turvestandardit edellyttäisivät (Puustjärvi 1982), koska turpeet olivat ilmeisesti hienontuneet kuljetuksessa sekä niitä taimitarhoilla käsiteltäessä.

Turpeiden ainestiheys (hiukkasten kiintoaineen tiheys) vaihteli suhteellisen vähän (taulukko 1). Se riippui lähinnä tuottajasta, mikä puolestaan selittyy eri turvesoiden ja niiden kasviaineksinen välisillä eroilla. Kuivatiheys vaihteli hieman riippuen myös lähinnä tuottajasta, mikä johtui turvemateriaalin lisäksi ilmeisesti myös seulonnan ja muusta käsittelystä tuotantotehtaalla. Hiutale-turve oli kuitenkin selvästi keveintä, koska tiividen puristehiutaleiden välissä oli paljon ilmatilaa. Hehikutushäviö (orgaanisen aineksen määrä) oli lähes sama kaikilla turpeilla. Kyllästysvedenjohtavuus, joka vaikuttaa liikaveden poisvaluntaan taimipaakuis- ta, oli pienin kaikkein tiiviimmällä turpeella (D1K2) ja korkein löyhimmällä turpeella (hiutale-turve).

Kuva 3. Kasvuturpeiden hiukkaskokojakauma paakkuihin täytön jälkeen keväällä v. 1990 (keskiarvo ja keskihajonta).



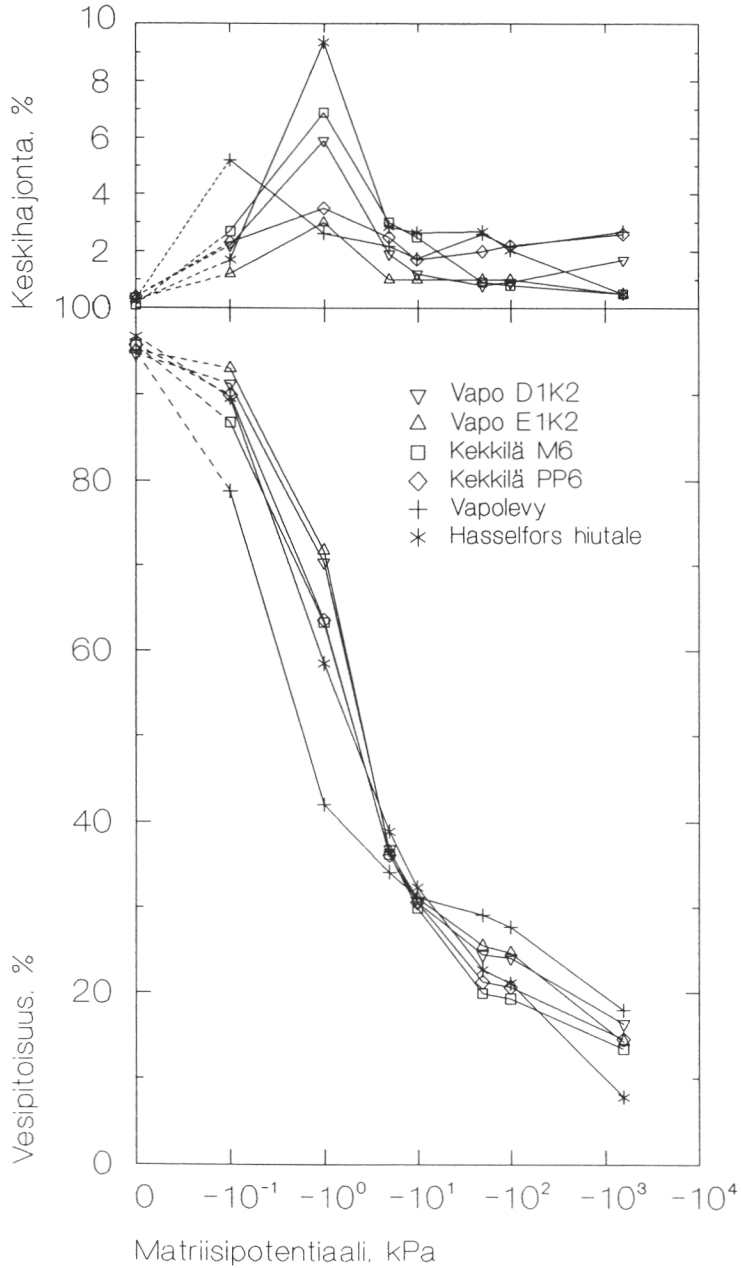
Taulukko 1. v. 1990 keväällä eri taimitarhojen kasvihuoneiden paakuista kerättyjen kasvuturpeiden aineistiheyden, tiheyden, hehkutushäviön ja kyllästysvedenjohtavuuden keskiarvot ja keskihajonnat viiden turve-erän viidestä näytteestä (n=25). Vapolevy- ja Hasselfors hiutale-turpeen arvot on kuitenkin määritetty yhden turve-erän kuudesta näytteestä. Sarakkeilla eri kirjaimet osoittavat merkitsevää eroa ko. turpeiden välillä (p<0.05, Tukeyn testi).

Turve	Aineistiheys, g cm <sup>3</sup>	Tiheys, g cm <sup>3</sup>	Hehkutushäviö, %	Vedenjohtavuus, mm min <sup>-1</sup>
Vapo D1K2	1.63±0.03a	0.087±0.005a	94.4±0.3a	0.9±0.4a
Vapo E1K2	1.63±0.03a	0.080±0.005ab	95.3±0.6ac	3.1±1.2b
Kekkilä M6	1.67±0.02a	0.072±0.001b	95.6±0.6ac	1.2±0.6ab
Kekkilä PP6	1.67±0.04a	0.073±0.009b	93.1±0.8b	1.5±0.4ab
Vapolevy	1.60±0.05a	0.085±0.005a	95.6±0.4c	2.5±1.6ab
Hasselfors hiutale	1.66±0.04a	0.057±0.005c	95.4±0.8ac	5.2±1.4c

Kaikki kasvuturpeet pidättivät kyllästystilassa paljon vettä, yli 94 tilavuus-% kokonaistilavuudesta (kuva 4). Matriisipotentialin laskeissa vain vähänkin (<-0.1 kPa) vedenpidätyskyky aleni voimakkaasti, jolloin vastaavasti ilmatila huokostilassa lisääntyi. Turpeiden keskimääräinen vedenpidätyskyky erosi jonkin verran tuottajien välillä, mikä johtui hiukkas- ja siten huokoskokojakaumien eroista. Esim -1 kPa:n kohdalla Vapon ja Kekkilän turpeiden vedenpidätyskyvyn ero oli noin vajaa 10 %-yksikköä. Tällä kohdalla oli vedenpidätyksen keskihajonta myös turvelajien sisällä suurta, 3–9 %-yksikköä.

Vapolevy-turve pidatti yli -10 kPa:n arvoilla selvästi vähiten vettä, mikä osoittaa karkeaa rakennetta ja suurta ilmalla täyttyneiden

Kuva 4. v. 1990  
kevään paakkuihin  
täytön jälkeinen kasvu-  
turpeiden keskimääräinen  
(n=25) vedenpi-  
dätyskyky ja sen keski-  
hajonta.



huokosten osuutta (kun matriisipotentiaali >-10 kPa). Välillä 0...-1 kPa Vapolevy pidatti vettä peräti yli 50 % (Taulukko 2). Tämä arvo vastaa ilmatilaosuutta huokostilassa -1 kPa:ssa (paakkukapasiteetti). 40–50 %:n ilmatilaa on pidetty suotuisimman taimien kasvun minimirajana (Puustjärvi 1973, Heiskanen 1993b). Näinollen, mikäli matriisipotentiaali on pitkäkestoisesti -1 kPa tai yli, on kasvualustan ilmatila taimien kasvua mahdollisesti jo rajoittava tekijä, koska Vapon ja Kekkilän irtoturpeiden ilmatila oli alle

32 % -1 kPa:ssa. Välillä -1...-10 kPa pidätynyt turpeiden vesipitoisuus oli puolestaan riittävä taimien vedensaatavuuden ja kasvun kannalta Vapolevyä kuitenkin lukuunottamatta. Ko. välillä vedensaatavuus taimille on tärkeää, koska kosteusolot kasvihuoneissa vallitsevat yleensä tällä alueella. Alle -10 kPa:n arvoilla vedenpidätyskyky edustaa lähinnä hitaasti käyttökelpoista varavesivarastoa kuivina kausina, joita ei kuitenkaan yleensä kasvihuoneoloissa tulisi pitkäkestoisesti esiintyä. Esim. istutuspaikalla tätä paakun pidättämää varavesivarastoa voivat taimet kuitenkin tarvita. Välillä -10...-50 kPa Vapolevy pidätti vettä vain 2 %, mikä johtui turpeen karkeasta rakenteesta, joka kykenee pidättämään vettä lähinnä vain korkeilla matriisipotentiaalivälillä (kosteissa oloissa).

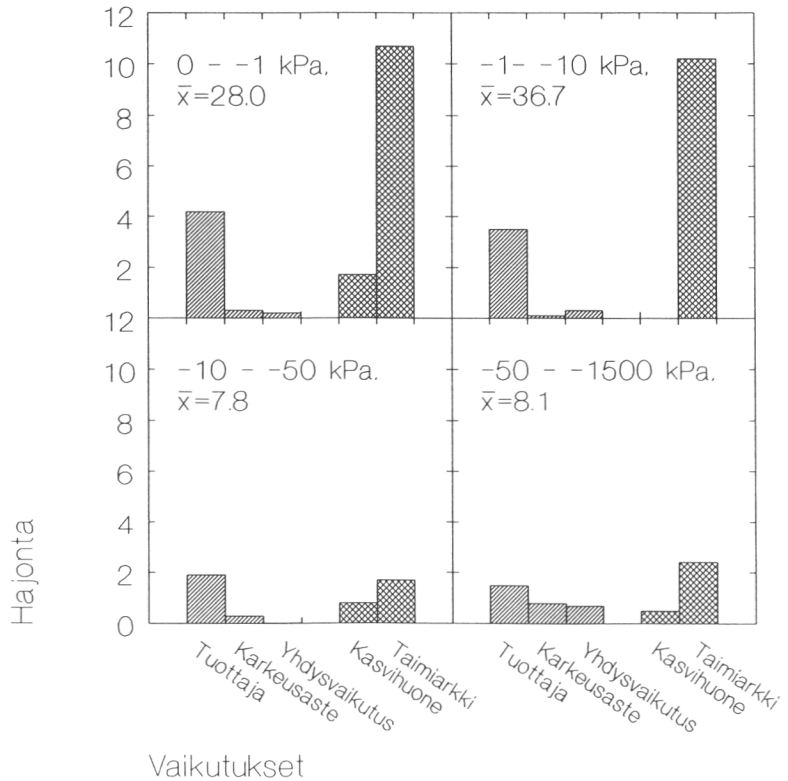
Taulukko 2. Kasvuturpeiden vedenpidätyskyky (%) valituilla matriisipotentiaaliväleillä (kPa) (n=25) (ks. tarkennukset: Taulukko 1).

Turve	Matriisipotentiaaliväli, kPa			
	0...-1	-1...-10	-10...-50	-50...-1500
Vapo D1K2	24.3±5.6a	39.7±5.1a	6.2±0.7a	8.1±1.7ab
Vapo E1K2	23.3±3.0a	40.6±3.3a	5.7±0.3a	11.2±1.3ac
Kekkilä M6	32.3±7.0ac	33.4±5.5ac	9.9±1.7b	6.5±0.8b
Kekkilä PP6	32.1±3.7ac	33.0±2.3ac	9.3±1.0b	6.7±0.7b
Vapolevy	54.0±2.6b	10.9±1.7b	2.1±1.4c	11.1±2.6ac
Hasselfors hiutale	43.4±10.4bc	26.1±7.1c	9.7±1.8b	14.3±2.7c

Varianssianalyysin perusteella (Heiskanen 1993e) irtoturpeiden (D1K2, E1K2, M6, PP6) vedenpidätyskyky valituilla matriisipotentiaaliväleillä vaihteli eniten eri taimiarkkien välillä kasvihuoneissa (kuva 5). Tämä johtui ilmeisesti turvemateriaalin heterogeenisuudesta ja osaltaan turpeen käsittelystä taimitarhoilla. Huomattavaa on, että karkeusaste ei juuri vaikuttanut vedenpidätyskyvyn vaihteluun. Sen sijaan tuottajan vaikutus oli selvä. Turvetuottajien karkeusasteiden erot (yhdysvaikutus) eivät juurikaan vaikuttaneet vaihteluun eikä myöskään kasvihuoneiden välillä ollut suuria eroja.

Mitä laajempi on kastelun säätelytoleranssi, sitä helpompaa on kastelun ajoitusta ja vesimääriä säätää taimitarhoilla. Tämä säätelytoleranssi voidaan katsoa sitä laajemmaksi mitä suurempi on vedenpidätyskyky sillä matriisipotentiaalialueella, joka on suotuisa taimille (esim. -1...-10 kPa, ks. taulukko 2, kuva 5). Keskimääräinen kasteluvesimäärä, joka tarvitaan kohottamaan matriisipo-

Kuva 5. Kasvuturpeiden (Vapo, Kekkilä) vedenpidätyskyvyn vaihtelu valituilla matriisipotentialiväleillä. Kiinteiden tekijöiden (tuottaja, karkeus, yhdysvaikutus) vaihtelu on esitetty poikkeamisen itseisarvoina pääkeskiarvosta ja satunnaistekijöiden (kasvihuone, arkki) vaihtelu keskihajontoina.



tentiaali -10:stä -1:een kPa:iin, oli tutkituilla irtoturpeilla keskimäärin 37 %. 10 cm:n paksuisessa turvekerroksessa tämä vastaa siis 37 mm vettä. Aika matriisipotentialin alenemiseen uudelleen -10 kPa:iin kastelun jälkeen on keskimäärin noin 10 päivää, koska keskihaidunta kasvihuoneissa on 2–4 mm vrk<sup>-1</sup> (Rikala 1985). Kastelu voi kuitenkin olla syytä suorittaa aiemmin kuin -10 kPa:ssa, jos turpeen pinta on kuorettunut ja kuivunut vaikeasti kastuvaksi (Heiskanen 1993f).

Suuri vedenpidätyskyvyn vaihtelu voi alentaa kastelun säätelytoleranssia. Välillä -1...-10 kPa pidätynyt keskivesimäärä (37 %) ja vastaava kastelutarve (37 mm) 10 cm turvekerroksessa ko. välillä oli varsin suuri, mikä antaa siten laajan kastelutoleranssin. Toisaalta myös keskihajonta ko. matriisipotentialivälillä pidättyneelle vedelle oli suuri, noin 10 %-yksikköä kasvihuoneen sisällä. Tämä vastaa siis 10 mm:n hajontaa 10 cm:n paksuisen turvekerroksen vedenpidätyskyvyssä -1 kPa:ssa, kun 37 mm:n kastelu on tehty -10 kPa:ssa. Liikavettä esiintyy niissä paakuissa joiden vedenpidätyskyky on keskimääräistä suurempi kastelun jälkeen. Toisaalta keskimääräistä alempi vedenpidätyskyky aiheuttaa taimien vedensaatavuuden alenemista optimitasolta. Suuri hajonta siten lisää paakun vesitalouden ja kastelun seurannan tarvetta, jotta liikavettä tai toisaalta vedenpuutetta ei esiintyisi kovin laajasti. Liikaveden riski voi lisäksi kasvaa ajan myötä kun turve tiivistyy

ja karkeahuokokset täyttyvät juurista. Lisäksi haihduntaolot vaikuttavat kasvualustan vesipitoisuuden ajalliseen vaihteluun. Näinollen erityisesti hitaan haihdunnan aikana voi olla aiheellista kastella vähemmän kuin koko vesimäärä kerralla ja harvemmin, jotta ilmanvaihto ei heikkene liikaa niissäkään paakuissa, jotka pidättävät vettä keskimääräistä enemmän. Esimerkiksi kastelu -10 kPa:ssa niin, että saavutetaan vain -5 kPa ei aiheuttane ilmatilan alenemista suotuisan rajan alle. Tällöin tarvittava kasteluvesimäärä olisi ko. välillä keskimäärin n. 7 mm 10 cm:n turvekerroksessa ja keskikastelutaajuus n. 3 päivää keskihaiduntatasolla. Vedenpidätyskyvyn vaihtelu arkkien sisällä eri paakkujen välillä voi kuitenkin aiheuttaa toleranssin supistumista edelleen, vaikka arkkien keskikastelutarve olisikin oikein määritetty. Lisäksi eri kastelumenetelmien vedenjakotasaisuus vaihtelee. Myös yksittäisissä paakuissa vesipitoisuus vaihtelee pystysuunnassa, vaikka turpeen ominaisuudet eivät vaihtelisikaan (Heiskanen 1993b, f).

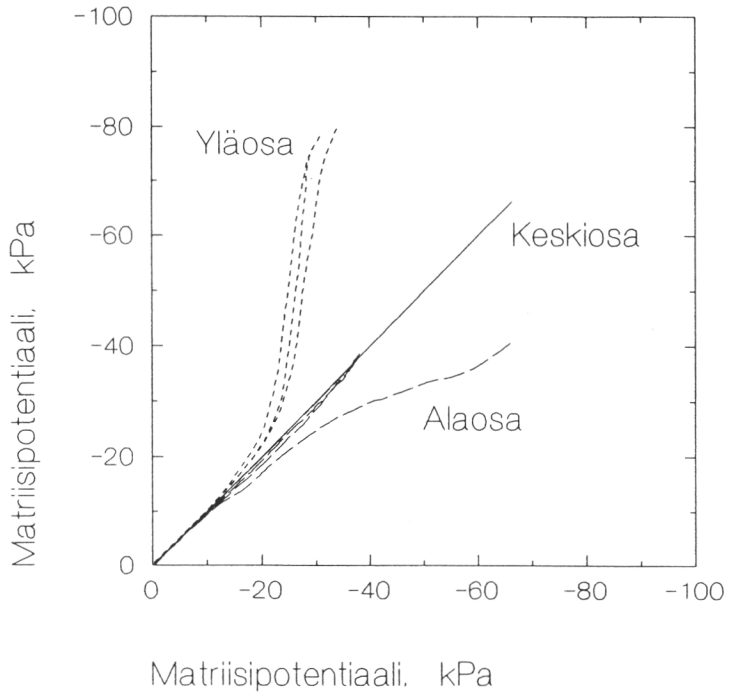
### *Kuivumisen vaikutus paakun vesitalouteen*

Kasteluiden välillä turve kuivuu ja sen pintaosa voi kuorettua. Kuivumisen aikana matriisipotentiaali, vedenjohtavuus ja siten vedensaatavuus taimille alenevat. Kasvuturpeen pystysuuntaisen vesipotentiaalın ja vedenjohtavuuden määrittämiseksi kuivumisen aikana mitattiin kasvuturpeen (Vapo E1K2) ja siihen pohjautuvan karkean perliitin (Nordisk Perlite Corp., Tanska) seoksen matriisipotentiaalia ja kyllästymätöntä vedenjohtavuutta kuivumissyklin aikana taimipaakuista. Seoksessa perliitin osuus tilavuudesta oli 33% (Heiskanen 1993f). Kasvualustat täytettiin taimipaakkuihin (Lännen TK708 ja TA710). Matriisipotentiaalia mitattiin tensiometrisesti kolmelta paakun vertikaalitasolta kyllästyskosteudesta alkaen. Edelleen määritettiin rinnakkaisnäytteistä kasvualustojen hiukkaskokojakauma ja vedenpidätyskyky (Heiskanen 1993e, f).

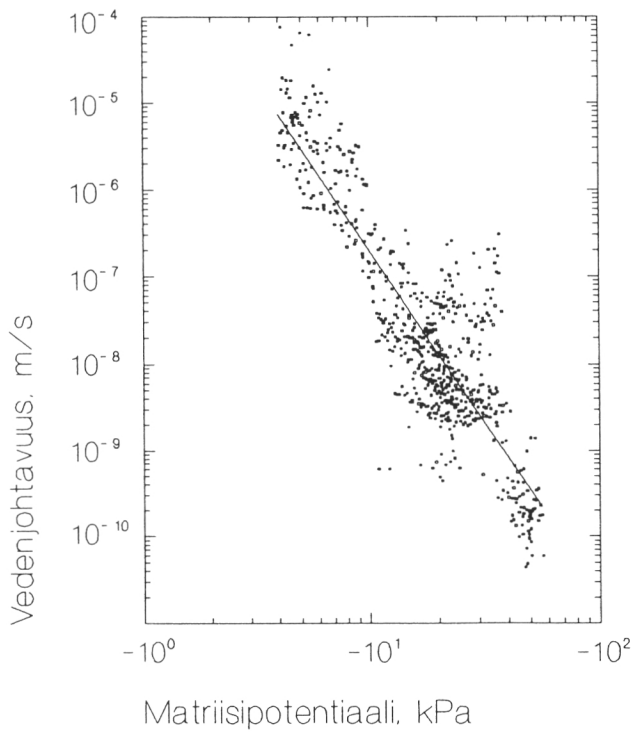
Kasvualustojen matriisipotentiaali oli kuivumisen edetessä lähes sama koko paakussa aina -10 kPa:iin asti (kuva 6). Kuitenkin kuivumisen edetessä muodostui suuri matriisipotentiaali-gradi-entti pintakerroksen ja syvemmillä paakussa olevan kasvualustan välille. Kun se oli n. -25 kPa keskellä paakkua saattoi matriisipotentiaali olla jo -80 kPa pintakerroksessa. Kasvualustat myös kutistuivat selvästi kuivumisen aikana. Kasvualustojen kutistuma korkeussuunnassa oli välillä 5–23 %, kun matriisipotentiaali oli n. -80 kPa pintakerroksessa. TA-paakuissa kutistuminen oli vähäisempää (5–11 %) kuin TK-paakuissa (10–23 %).

Kasvualustojen vedenjohtavuus aleni matriisipotentiaalın alentuessa suhteellisen yhdenmukaisesti. Vedenjohtavuus aleni log-log-asteikolla lineaarisesti n.  $10^{-5}$ :stä alle  $10^{-10}$ :een  $m\ s^{-1}$ , kun matriisipotentiaali aleni -3:stä -60:een kPa (kuva 7). Turpeen ja perliitin seoksen vedenjohtavuus oli kuitenkin hieman alhaisempi kuin puhtaalla turpeella. Kasvualustojen mitattu vedenjohtavuus

Kuva 6. Kasvuturpeen (Vapo E1K2) matriisipotentiaali kuivumisen aikana paakun (TK 708) eri tasoilla paakun keskitason suhteen.



Kuva 7. Kasvuturpeen (Vapo E1K2) kyllästy-  
mätön vedenjohtavuus  
kuivumisen aikana  
matriisipotentiaalın  
funktiona.

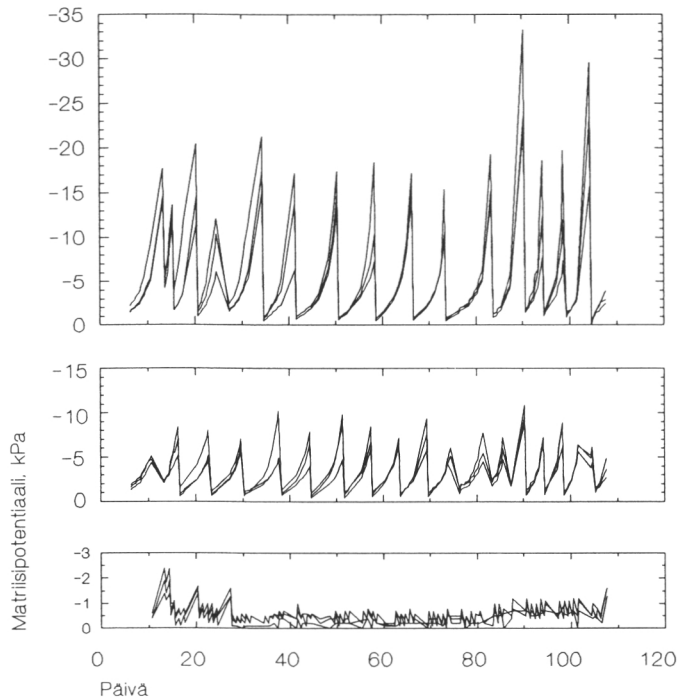


oli verrattavissa hiekkaan noin -10 kPa:a alemmilla matriisipotentiaalin arvoilla. Koska kasvaturpeen vedenjohtavuus aleni voimakkaasti kuivumisen kuluessa, vedenjohtavuuden aleneminen sekä kutistumisen mahdollisesti aiheuttama maa-juuri-kontaktin väheneminen voivat heikentää merkittävästi taimien vedensaataavuutta alle -10 kPa:n matriisipotentiaaleilla.

### *Kastelutaajuuden vaikutus paakun vesitalouteen ja männyntaimien kasvuun*

Kastelutaajuus ja kastelumäärä vaikuttavat taimien juurten käytävissä olevan veden sekä hapen määrään. Kastelutaajuuden vaikutusta kasvualustan matriisipotentiaaliin ja taimien vedensaataavuuteen tutkittiin kasvattamalla keväällä 1992 männyn yksivuotisia paakkutaimia kasvaturpeessa (Vapo E1K2) kolmella erilaisella kastelutaajuudella kasvihuoneessa (Heiskanen 1993c). Kastelut suoritettiin päältä lannoiteliuksella (0.125 % Kekkilän 6-Superex) läpikastelemalla päivittäin (1) tai kun saavutettiin keskimäärin noin -5 (2) tai -10 kPa:n (3) matriisipotentiaali kasvualustassa (kuva 8). Taimet (yht. 360 kpl) kasvatettiin Lännen TK 708-arkeissa ja 18 h fotoperiodissa ja keskimäärin  $250 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  fotosynteettisesti aktiivisessa valossa. Lämpötila vaihteli keskimäärin välillä  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  (yö) ja  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  (päivä). Ympäröivän ilman suhteellinen kosteus oli vastaavasti välillä 90 ja 30 %. Matriisipotentiaalia mitattiin tensiometreillä, joiden lukemista laskettiin kes-

Kuva 8. Matriisipotentiaalin vaihtelu eri kastelukäsittelyissä kasvatuskokeen aikana (alla päivittäinen kastelu, keskellä ja yllä -5 ja -10 kPa:n kastelu).



kiarvot arkkia kohti (kuva 8). Kasvuturpeen vedenpidätyskyky määritettiin rinnakkaisnäytteistä. Taimista mitattiin kasvu sekä kasvatuksen päätyttyä neulasten ravinnepitoisuudet ja morfologisia tunnuksia.

Neulasten ravinnepitoisuudet olivat yleensä lähes samalla tasolla eri kastelukäsittelyissä, mutta päivittäisessä (määrässä) kastelussa N pitoisuus oli kuitenkin muita alempi ja P, Ca, S, Mn ja Na pitoisuudet korkeampia. Taimien kasvu kasvatuksen aikana heikkeni merkittävästi määrässä kastelussa johtuen liikaveden aiheuttamasta hapenpuutteesta. Verso-juuri-suhde oli alempi ja juurten lentisellien määrä sekä taimikuolleisuus korkeampi kuin muissa kasteluryhmissä (taulukko 3). Siten ilmanvaihdon alhainen taso on voimakkaasti heikentänyt taimien kasvua. Korkein kasvutaso oli -5 kPa kastelukäsittelyssä, mikä siten osoitti jo hieman alentunutta vedensaatavuutta -10 kPa kastelukäsittelyssä, vaikka merkitsevää eroa ei näiden kasteluiden välillä ollutkaan (kuva 9). Kastelukäsittelyissä -5 and -10 kPa matriisipotentialin mediaani oli noin -2.7 ja -3.3 kPa, jotka vastaavat vedenpidätyskyvyn perusteella 39 ja 43 % ilmatilaosuutta kasvualustan kyllästystilavuudesta. Näinollen nämä arvot edustanevat lähes optimia taimien keskimääräisen vedensaatavuuden ja ilmanvaihdon kannalta ja niitä voidaan siten käyttää kriteereinä kastelun määrittämisessä. Määrässä kastelukäsittelyssä mainitut arvot olivat -0.4 kPa ja 11 %, jotka aikaansaiivat heikon taimikasvun johtuen hyvin rajoittuneesta kasvualustan ilmanvaihdosta vaikka vedensaatavuus olikin hyvä. On kuitenkin ilmeistä, että pienissä paakuissa ilmanvaihto on nopeampaa kuin suurissa paakuissa, jolloin edellä todetut ilmatilan optimiarvot voivat olla alempiakin. Tosin pienet paakut vaativat taajempaa kastelua kuin isot paakut pienemmästä vedenpidätyskyvystä johtuen.

## **Turvepohjaiset kasvualustaseokset**

### *Kasvualustaseosten vedenpidätyskyky*

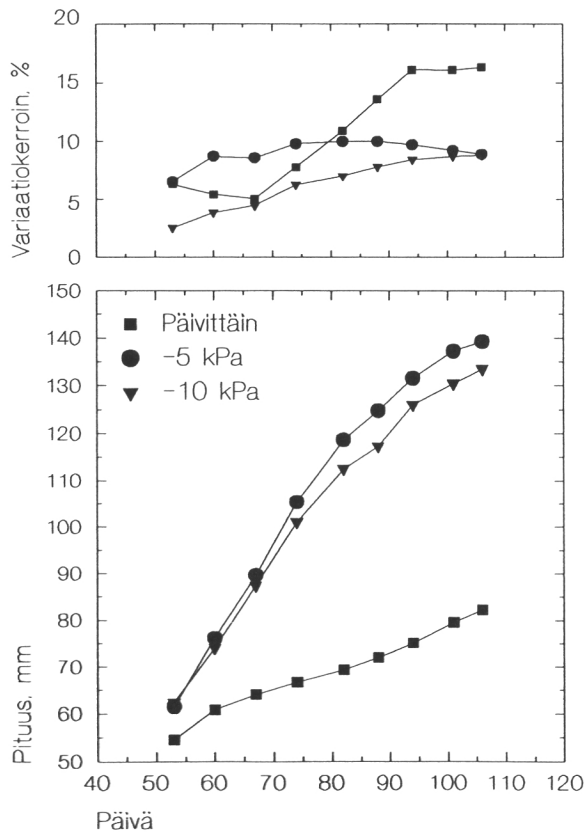
Edellä todettiin, että kasvuturpeen vedenpidätyskyky on suuri. Tämä voi määrässä oloissa johtaa liialliseen veden pidättymiseen ja hapen vajaukseen taimilla. Toisaalta kuivissa oloissa vedensaatavuus turpeesta voi puolestaan olla vähäinen. Turpeen rakenne- ja vesitalousominaisuuksia voidaan kuitenkin muuttaa lisäämällä turpeeseen eri seosaineita. Eri turvepohjaisten seosaineiden vedenpidätysominaisuuksien tutkimiseksi tehtiin keväällä 1992 keskikarkeaan kasvuturpeeseen (Vapo E1K2) pohjautuvia kasvualustaseoksia tilavuusosuuksin 10, 25, 50 ja 100 % seosainetta. Seosaineet olivat karkea ja hieno perliitti (Nordisk Perlite Corp., Tanska), vettähylykivä ja -imevä kivivillagranulaatti (Grodania Corp., Tanska) sekä geeli (Waterworks America Corp., USA). Geelirakeet sekoitettiin turpeeseen kuivana niin, että esim. 25 % osuus tehtiin

Taulukko 3. Taimien morfologiset tunnusukset ja taimikuolleisuus eri kasteluryhmissä kasvatuskokeen lopussa. Toistot ovat taimiarkkien keskiarvoja (n=6). Suluissa on keskihajonta kaikille taimille (arkit yhdistetty) ja arkkikeskiarvoille. Eri kirjaimet riveillä osoittavat tilastollisesti merkitsevää eroa (p < 0.05, Tukeyn testi).

Taimitunnus	Kastelukäsittely					
	Päivittäin		-5 kPa		-10 kPa	
Pituus, cm	8.2	(2.9/1.3)a	14.4	(2.7/0.8)b	13.5	(2.2/0.9)b
Juuren tyvilpm., mm	2.4	(0.5/0.2)a	2.9	(0.4/0.2)b	2.8	(0.3/0.1)b
Verson kuivamassa, g	0.91	(0.5/0.2)a	1.76	(0.4/0.2)b	1.66	(0.4/0.1)b
Juuren kuivamassa, g	0.21	(0.12/0.04)a	0.35	(0.07/0.04)b	0.33	(0.06/0.03)b
Verso/Juurisuhde, g/g	4.3	(1.6/0.2)a	5.1	(0.7/0.3)b	5.1	(0.8/0.3)b
Pääjuuren pituus, cm	5.9	(2.7/1.2)a	7.4	(1.7/0.9)b	6.9	(1.1/0.4)b
Sivujuurten pituus, cm <sup>1)</sup>	9.9	(4.4/1.8)a	17.8	(3.4/1.7)b	17.2	(4.0/2.4)b
Lentisellit, n <sup>2)</sup>	44.4	(30/12)a	9.4	(8.6/6.0)b	8.8	(7.8/4.2)b
Kuolleisuus, %	16.7	(-/13.3)a	4.2	(-/2.1)b	3.3	(-/2.6)b

<sup>1)</sup> Kolmen satunnaisen juuren keskiarvo. <sup>2)</sup> Lukumäärä pystysuunnassa 1 cm:n matkalla juuren tyvellä.

Kuva 9. Taimien pituuskasvu eri kastelukäsittelyissä kasvatuskokeen aikana.

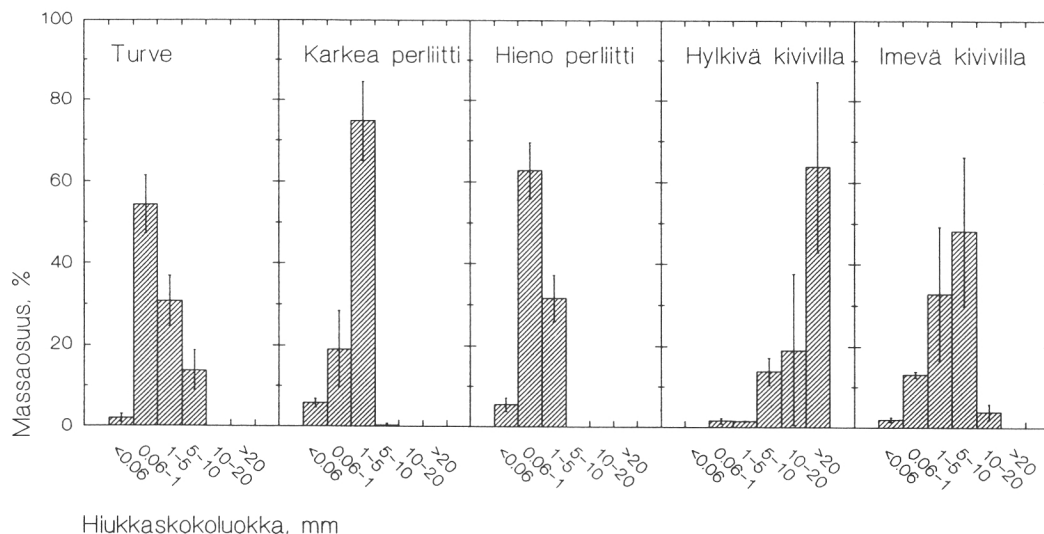


lisäämällä 1 g geeliä 0.75 dm<sup>3</sup> turvetta, koska 1 g geeliä imi vettä tilavuuteen noin 0.25 dm<sup>3</sup>. Jokaista seosta tehtiin 5 toistoa (yht. 105 kpl). Kasvualustoista määritettiin hiukkaskokojakauma ja vedenpidätyskyky (Heiskanen 1993e, g). Puhtaan geelin vedenpidätyskykyä ei voitu mitata johtuen sen hauraasta rakenteesta ja vaihtelevasta tiheydestä kuivumisen aikana. Myöskään vettähyllikivän kivivillan vedenpidätyskykyä ei voitu mitata johtuen sen kastumattomuudesta.

Puhdas turve ja hieno perliitti olivat hienoimpia hiukkaskokoja-kaumaltaan (kuva 10). Karkeimpia olivat kivivillat ja yli 20 mm hiukkasia oli merkittävästi vain hylkivällä kivivillalla. On huomattava, että niin turpeen (orgaaninen solu- ja kuiturakenne), perliittien (osin suljettu mineraalisolurakenne) kuin kivivillojenkin (mineraalikuiturakenne) hiukkasten rakenne poikkeaa toisistaan samoissa hiukkaskokoluokissaakin. Ilmeistä kuitenkin on, että suurimmat hiukkaset aikaansaavat suuria huokosia, jotka pidättävät vettä kosteissa oloissa. Pienimmät hiukkaset puolestaan aiheuttavat vedenpidätyskyvyn lisääntymisen kuivissa oloissa.

Valituilla matriisipotentialiväleillä kasvualustojen vedenpidätyskyky poikkesi merkittävästi puhtaan turpeen vedenpidätyskyvystä yleensä vasta kun seosaineen osuus kasvoi yli 50 % (kuva 11). Turpeeseen nähden vähemmän vettä pidättyi välillä -1...-10 kPa puhtaissa perliiteissä, hylkivässä kivivillassa ja yli 50 % geeliseoksissa. Taimille varavetenä pidettävä vesi välillä -10...-50 kPa oli vähäinen kaikissa kasvualustoissa (<10 %). Sen sijaan kaikkein kuivimmissa oloissa (-50...-1500 kPa) pidättyneen veden määrä oli selvästi suurin (n. 40 %) kasvualustaseoksissa, joissa oli geeliä 50 %. Tämä osoittaa, että geeli pidättää vettä voimakkaasti, jolloin kasvien helposti käytettävissä oleva vesimäärä on alempi puhtaaseen turpeeseen nähden. Karkeassa perliitissä ja kivivilloissa pidättynyttä vettä oli tällä alueella vain alle 5 %. Kasvualustojen

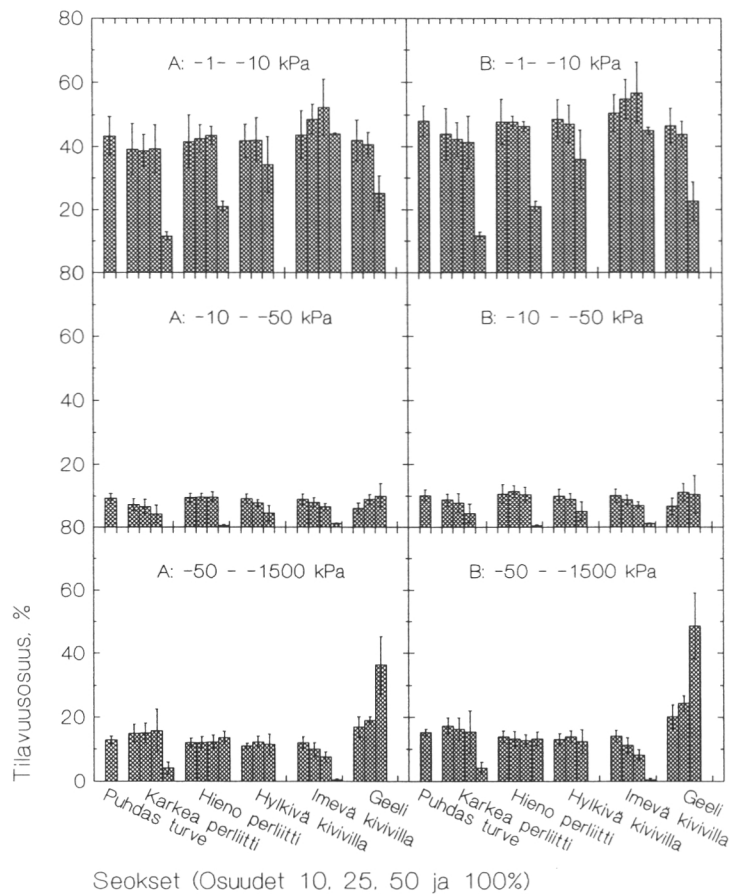
Kuva 10. Puhtaiden seosmateriaalien hiukkaskokojakaumat (keskiarvo ja keskihajonta).



kutistuminen lisäsi vedenpidätyskykyä (hetkellistä tilavuutta koh-  
ti) merkittävästi lähinnä vain välillä -1...-10 kPa, jossa vedenpidä-  
tyskyky lisääntyi alle 10 %. Tämä voi kuitenkin matriisipotential-  
eilla yli -10 kPa jo alentaa ilmatilaa niin, että se rajoittaa kasvu-  
alustojen ilmanvaihtoa alle taimille riittävän rajan (n. 40 %).

Käytetyistä seosaineista voidaan taimikasvatuksen kannalta pää-  
tellä, että merkittävää hyötyä niistä ei vedenpidätyskyvyn perus-  
teella voida osoittaa. Alle 50 % seosaineosuudet eivät kuitenkaan  
heikennä veden- tai hapensaataavuutta taimille. Geelin ja hylkivän  
kivillan käyttö voi kuitenkin vähentää vedensaataavuutta jo yli 25  
% osuuksilla. Tutkittuja seosaineita voi kuitenkin kannattaa lisätä  
myös muista syistä kuin suoranaisen vedenpidätyskyvyn vuoksi,  
esim. perliittiä voi lisätä turpeen kastuvuuden lisäämiseksi ja  
kutistumisen vähentämiseksi sekä sammalkasvuston vähentämi-  
seksi.

Kuva 11. Kasvualusto-  
jen vedenpidätyskyky  
valituilla matriisipotential-  
välillä (keskiarvo  
ja keskihajonta). B  
osoittaa kasvualustojen  
kutistumisen huomioin-  
tia vedenpidätyskyvyys-  
sä. Seosaineen eri  
pylväät viittaavat  
seososuuksiin (10, 25,  
50 ja 100 %).



## *Kasvualustaseosten vaikutus männyn paakkutaimien kasvuun*

Turvepohjaisten seosten rakenne- ja vesitalousominaisuuksien vaikutuksien tutkimiseksi taimien kasvuun täytettiin edellisissä tutkimuksissa kuvattuja turpeen (75 %) ja eri seosmateriaalien (25 %) seoksia kutakin kahteen 40 paakun arkkiin (TK-708, Lännen). Paakuissa kasvatettiin männyn yksivuotisia paakkutaimia (yht. 480 kpl). Kun taimet olivat n. 2 cm pituisia, altistettiin ne -10 kPa kastelulle, joka on kuvattu edellä. Taimet kasvatettiin kasvihuoneessa samoissa valo-oloissa kuin aiemmin kuvatussa kasvatuskokeessa. Ilman keskimääräinen kyllästysvajausta oli välillä 1–4 kPa. Kasvualustan matriisipotentiaali ja vedenpidätyskyky mitattiin sekä taimien kasvu- ja morfologiset tunnuksot määritettiin. Kasvatuskokeen jälkeen mitattiin kasvualustojen vapaasti kuivuessa taimien nettofotosynteesi (Heiskanen 1993a).

Taimet kasvoivat parhaiten puhtaassa turpeessa sekä turpeen ja karkean perliitin seoksessa (kuva 12, taulukko 4). On ilmeistä, että karkea perliitti on lisännyt kuivan turpeen kasteltavuutta ja toisaalta myös liikaveden läpivaluntaa, mikä on kompensoinut hieman puhtaaseen turpeeseen nähden alentunutta käyttökelpoisen vedensaataavuutta. Jonkin verran heikompi kasvu oli hieno perliitti- ja imevä kivivillaseoksissa johtuen alentuneesta veden- tai hapensaataavuudesta. Hylkivässä kivivillaseoksessa oli erityisesti havaittavissa juurten heikko kehittyminen johtuen ilmeisesti heikosta vedensaataavuudesta ja suuresta juurten tunkeumavastuksesta kuivaan kivivillaan. Heikoiten taimien juuret sekä versot kasvoivat kuitenkin geeliseoksessa, koska kirjallisuuden perusteella ilmeisesti geeli kuivuessaan voi sitoa ravinteita jopa niin, että geelipalaset tulevat toksisiksi taimien juurille. Lisäksi geelin todettiin vapauttaneen natriumia ja siten lisänneen merkittävästi myös taimiversojen natrium-pitoisuuksia. Edellä jo kuvatun tutkimuksen perusteella käyttökelpoisen veden määrä oli geeliseoksessa lisäksi jonkin verran muita alempi.

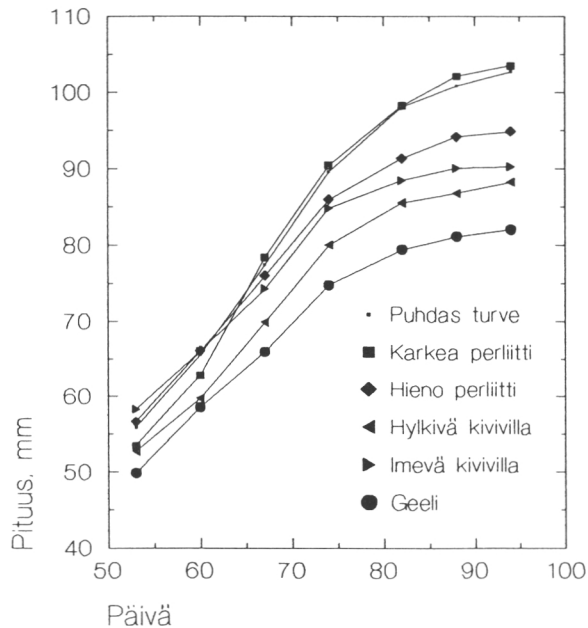
Hylkivän kivivillan ja geelin turveseosten antama heikentynyt kasvu näkyy myös taimien nettofotosynteesin laskun jyrkkyydessä kuivumisen funktiona (kuva 13). Molempien perliittiseosten fotosynteesivaste on puhtaan turpeen luokkaa, mikä viittaa siihen, että kuivemmissä oloissa hieno perliittiseoksessa taimet kasvanevat yhtä hyvin kuin turpeessa ja karkea perliittiseoksessa. Myös imevä kivivillaseoksessa vaste oli varsin hyvä.

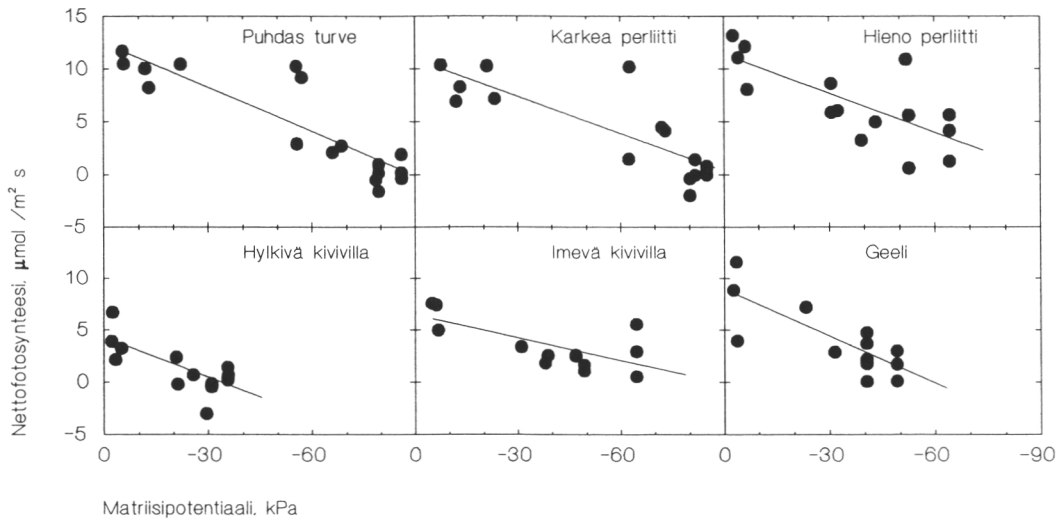
Taulukko 4. Taimien morfologiset tunnuksset ja kuolleisuus eri kasvualustoilla (25 % seosainetta) kasvatuskokeen lopussa (CV % sulkeissa). Toistot ovat arkkikeskiarvoja (n=2). Eri kirjaimet riveillä osoittavat tilastollisesti merkitsevää eroa (p < 0.05, Tukeyn testi).

Taimitunnus	Kasvualustaseos					
	Puhdas turve	Karkea perliitti	Hieno perliitti	Hylkivä kivivilla	Imevä kivivilla	Geeli
Pituus, mm	104.2 (9)a	104.1 (8)a	93.6 (8)a	91.7 (6)a	94.6 (11)a	92.8 (1)a
Juuren tyvilpm., mm	2.28 (7)a	2.26 (2)a	1.92 (7)a	2.11 (3)a	2.23 (8)a	1.95 (2)a
Verson kuivamassa, g	0.72 (0.1)ab	0.85 (4)a	0.75 (8)ab	0.73 (8)ab	0.85 (12)a	0.59 (3)b
Juuren kuivamassa, g	0.16 (1)ab	0.19 (7)a	0.15 (5)ad	0.11 (22)cd	0.13 (2)bcd	0.09 (2)c
Verso/Juurisuhde, g/g	4.66 (1)a	4.52 (3)a	5.07 (1)ab	6.87 (14)bc	7.28 (12)c	7.05 (1)bc
Neulaspituus, mm <sup>1)</sup>	46.7 (1)abc	46.9 (2)abc	44.2 (3)ac	48.2 (4)ab	49.9 (2)b	43.5 (1)c
Kuolleisuus, %	0.0 (0)a	0.0 (0)a	5.0 (71)ab	0.0 (0)a	1.3 (141)a	10.0 (35)b

<sup>1)</sup> Kahdesta satunnaisesta neulasesta verson keskeltä.

Kuva 12. Taimien pituuskasvu eri turvepohjaisissa kasvualustaseoksissa (25 % seosainetta) kokeen aikana.





Kuva 13. Taimien nettofotosynteesi turvepohjaisten kasvialustaseosten (25 % seosainetta) matriisipotentiaalifunktiona.

## Päätelmiä

Vaalean, vähän maatuneen (H1–3, von Post) rahkaturpeen ominaisuuksia ovat mm:

- + hyvä käyttökelpoisuus (keveys, puhtaus, saatavuus, halpuus)
  - + suuri vedenpidätyskyky ja hyvä vedensaatavuus taimille sopivilla (eli korkeahkoilla) matriisipotentiaalien arvoilla
  - + edellisen perusteella hyvä kastelutason säädeltävyys kasvihuoneoloissa
  - + ominaisuuksia voidaan manipuloida seosainelisäyksin.
- arka mekaaniselle rasitukselle: hiukkaskoko pienenee ja rakenne tiivistyy käsiteltäessä
  - rakenne ja vedenpidätyskyky vaihtelevat lähinnä turvetuotteiden välillä sekä tietyllä turvetuotteella eri taimiarkkien välillä kasvihuoneissa
  - liikatiivistyminen taimikasvatuksessa ajan kuluessa: kastelutoleranssi supistuu
  - liian märkänä suuri vedenpidätyskyky aikaansaa heikon ilmanvaihdon
  - liikaa kuivussa kasteltavuus ja taimien vedensaatavuus alenevat jyrkästi
  - sopivan kastelutason ylläpito vaatii edellisten perusteella tarkkuutta.

Kasvuturpeen ominaisuuksien perusteella voidaan päätellä, että vaalean kasvuturpeen ja sen eri kasvialustaseosten ominaisuuksien hyödyntäminen taimitarhatuotannossa edellyttää:

- pääsääntöisesti valittava karkearakenteisinta turvetta pitkäikäisiin taimikasvatuksiin
- kasvuturvetta käsiteltävä varovasti paakkuihin täytettäessä
- korkeahkojen, alaspäin suppenevien paakkujen käytöllä voidaan hidastaa turpeen tiivistymistä ajan myötä (esim. TA710 vs. TK708)
- kasteltava paakut niin, että
  - vettä tulee myös pohjakerrokseen
  - pintakerros ei kuivu liikaa kastelujen välillä
  - ei esiinny liian pitkäkestoisesti kosteaa pintakerrosta (=> levä- ja sammalkasvusto)
- kastelutason tarkassa määrittämisessä olisi tehtävä kullekin taimilajille erikseen esim.
  - arkkien punnituskoe eri kastelumäärillä, jonka perusteella valitaan arkkien tavoitemassa, jota seurataan punnitukseen taimikasvatuksen aikana
  - tai mitattava matriisipotentiaalia paakuista jatkuvasti kasvatuksen aikana, minkä perusteella valitaan keskimääräinen kastelu taso ja -taajuus, kun kasvualustan vedenpidätyskyky tiedetään
- mikäli halutaan välttää liian taajaa tai toisaalta liian harvaa kastelua, tulee pintaturpeen kasteltavuutta tai liikaveden läpivaluntaa lisätä esim. karkean perliitin lisäyksellä
- kasvihuoneolojen ulkopuolella, esim. talveennuttamisvaiheessa, tulee taimipaakut suojata liikavedeltä tai lisätä niiden vedenläpäisevyyttä seosainein ja estää myös liikakuivuminen.

## Kirjallisuus

- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container-grown plants. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. 2nd ed. Unwin Hyman, London. 309 s.
- Currie, J.A. 1984. The physical properties in the seedbed. *Aspects of Applied Biology* 7: 33–54.
- Day, R.J. 1980. Effective nursery irrigation depends on regulation of soil moisture and aeration. *Proc. North Am. For. Tree Nursery Soils Workshop*, July 28-August 1 1980, Syracuse, New York. s. 52–71.
- De Kreijl, C. & De Bess, S.S. 1989. Comparison of physical analysis of peat substrates. *Acta Horticulturae* 238: 23–36.
- Folk, R.S., Timmer, V.R. & Scarratt, J.B. 1992. Evaluating peat as a growing medium for jack pine seedlings. 1. Conventional quality indices. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 945–949.
- Heiskanen, J. 1990. Näyteliierion täyttötavan vaikutus kasvuturpeen vedenpidätyskykyyn. Summary: The effect of sample handling on the water retention of growth peat substrate. *Suo* 41(4–5): 91–96.
- 1992. Comparison of three methods for determining the particle density of soil with liquid pycnometers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 23(7–8): 841–846.
- 1993a. Effect of peat-based two-component growth media on the growth of containerized Scots pine seedlings. Tiivistelmä: kaksiosaisen turvepohjaisen kasvualustojen vaikutus männyn paakkutaimien kasvuun. *Suo* 45. (painossa).
- 1993b. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 337–358.

- 1993c. Irrigation regime affects water and aeration conditions in peat growth medium and the growth of containerized Scots pine seedlings. *New Forests*. (painossa).
- 1993d. Kasvuturpeiden vedenpidätyskyky. *Metsätaimiharpäivät*. Kekkilä Oy, Hyrylä 27–28.1. Esitelmämoniste. 5 s.
- 1993e. Variation in water retention characteristics of peat growth media used in tree nurseries. Tiivistelmä: Taimitarhoilla käytettyjen kasvuturpeiden vedenpidätystunnusten vaihtelu. *Silva Fennica* 27:77–97.
- 1993f. Water potential and hydraulic conductivity of peat growth media in containers during drying. Tiivistelmä: Kasvuturpeiden vesipotentiaali ja vedenjohtavuus kuivumisen aikana paakuissa. *Silva Fennica* 27:1–7.
- 1993g. Water retention characteristics of peat-based two-component growth media mixtures. Käsikirjoitus.
- & Laitinen, J. 1992. A measurement system for determining temperature, water potential and aeration of growth medium. Tiivistelmä: Kasvualustan lämpötilan, vesipotentiaalin ja ilmanvaihdon mittausjärjestelmä. *Silva Fennica* 26: 27–35.
- & Raitio, H. 1991. Maan vesipotentiaali paljasjuuristen männyntaimien taimitarhakasvatuksessa. Summary: Soil water potential during the production of bare-rooted Scots pine seedlings. *Silva Fennica* 25(1): 23–36.
- Hillel, D. 1971. *Soil and water. Physical principles and processes*. Academic Press, Orlando. 288 s.
- Jenkins, J.R. & Jarrell, W.M. 1989. Predicting physical and chemical properties of container mixtures. *HortScience* 24: 292–295.
- Korpjaakko, M. & Radforth, N.W. 1972. Studies on the hydraulic conductivity of peat. Proc. 4th International Peat Congress. Vol III. s. 323–333.
- Kurki, L. 1985. Kasvuturpeen laadun merkitys. *Turveteollisuus* 4: 86–87.
- Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. & Barnett, J.P. 1989. Seedling nutrition and irrigation. The container tree nursery manual. Vol 4. *Agric handbook 674*. USDA, Forest Service, Washington DC. 119 s.
- Tinus, R.W., McDonald, S.E. & Barnett, J.P. 1990. Containers and growing media. The container tree nursery manual. Vol 2. *Agric handbook 674*. USDA, Forest Service, Washington DC. 87 s.
- Lennox, T.L. & Lumis, G.P. 1987. Evaluation of physical properties of several growing media for use in aerial seedling containers. *Canadian Journal of Forest Research* 17: 165–173.
- Lähde, E & Savonen E.-M. 1983. Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa. Summary: Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing media. *Folia Forestalia* 571. 40 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös eräiden lannoitevalmisteiden laatuvaatimuksista 1986. Suomen Asetuskokoelma N:o 384. Helsinki. s. 885–886.
- Mannerkoski, H. 1982. Effect of tree roots on the bulk density of peat. Peat Society Commissions IV and II. Proc. Int. Symp., Minsk. s. 182–188.
- Puustjärvi, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Turveteollisuusliitto r.y., Helsinki. 173 s.
- 1982. Textural classes of horticultural peat. *Peat & Plant Yearbook 1981–1982*. s. 28–32.
- 1991. Kasvu ja kasvun hallinta kasvihuoneviljelyssä. Kauppapuutarhaliitto. Tuotanto-osaston Julkaisu 10. 287 s.
- Päivänen, J. 1973. Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. Seloste: Turpeen vedenläpäisevyys ja vedenpidätyskyky. *Acta Forestalia Fennica* 129: 1–70.
- Rikala, R. 1985. Paakkutaimien kastelutarpeen määrittäminen haihdunnan perusteella. Summary: Estimating the water requirements of containerized seedlings on the basis of evaporation. *Folia Forestalia* 627: 1–18.
- Tinus, R.W. & McDonald, S.E. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. Rocky Mountain For. Res. Exp. Sta. Forest Service, USDA. Gen. Tech. Rep. RM-60. 256 s.

- Verdonck, O., Pennick, R. & De Boodt, M. 1983. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Horticulturae* 150: 155–160.
- White, J.W. & Mastalerz J.W. 1966. Soil moisture as related to “container capacity”. *Proceedings of American Society for Horticultural Science* 89: 758–765.
- Örlander, G. & Due, K. 1986. Water relation of seedlings of Scots pine grown in peat as a function of soil water potential and soil temperature. *Studia Forestalia Suecica* 175: 1–13.



# Havupuiden lahojuurisuus

---

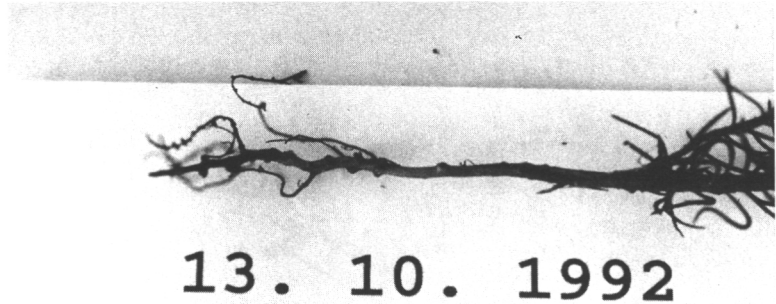
*Arja Lilja ja Ari Hietala*

Lahojuurisuu­ta voivat aiheuttaa monet tekijät. Juuret kuolevat pakkasen, hapenpuutteen ja muiden ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta. Myös maassa elävät sienet ja bakteerit voivat yhdessä ja erikseen vahingoittaa juuristoa. Eräs sienille altistava tekijä on maassa elävien hyönteisten ja sukkulamatojen aiheuttamat vion­tu­kset. Mm. ankeroisten joukossa on kasveille harmittomina pidettyjä lajeja, jotka syövät juurten pinnalla kasvavaa sienirihmas­toa. Samalla ne kuitenkin rikkovat juurten pintaa niin, että monet sienilajit, jotka eivät pysty tunkeutumaan juureen ehjän pinnan kautta, pääsevät juuren sisään. Ruotsissa (Unestam ym. 1989) tehdyissä kokeissa on myös osoitettu, että valonpuutteen tai liika­veden vaivaamilla männyn taimilla sienilajit, jotka eivät normaalisti ole vahingollisia, aiheuttavat lahojuurisuu­ta.

## **Sienten aiheuttama lahojuurisuus**

Meillä on viime vuosina taimitarhoilla esiintynyt kuusella (*Picea abies* (L.) Karst.) ja männyllä (*Pinus sylvestris* L.) lahojuurisuu­ta. Myös muista pohjoismaista (Venn 1985, Børja ja Austara 1992, Beyer-Ericsson ym. 1991) on havaintoja samanlaisesta taudista, jonka oireita ovat neulasten kellastuminen, kasvun taantuminen ja juuriston kuoleminen osittain tai kokonaan. Juurten kuoleminen alkaa usein pääjuuresta ja vielä vihreillä elossaolevilla taimilla on saattanut syntyä korvaavia juuria lähelle maanpintaa. Tyypillistä on myös sivujuurien haarautumattomuus varsinkin pienillä taimilla (kuva 1). Oireisten taimien laikuttainen esiintyminen tukee oletusta sienten aiheuttamasta taudista. Ensimmäinen Suomessa kirjattu havainto taudista on vuodelta 1985 (Jalkanen 1985).

Kuva 1. Vuoden ikäinen kuusen taimi, jonka juurissa yksitumainen *Rhizoctonia* sp. sieni. Huomaa sivujuurien haarautumattomuus ja juuriston pieni koko.



### Sienilajisto sairaiden taimien juurissa

Meillä (Lilja ym. 1988, 1992) kuten Norjassa (Galaaen ja Venn 1979), lahojuuritaudin tutkimus aloitettiin vertaamalla sienilajistoa terveiden ja sairaiden taimien juurissa. Norjassa yleisin lahojuuritautisista taimista eristetty sieni oli leväsieni *Pythium sylvaticum* Campbell & Hendrix. Sikäläisissä taimitarhakoikeissa kuusen kennotaimilla leväsienten lisäys kasvualustaan aiheutti taimipolttetta, mutta sen sijaan saastutus *Rhizoctonia* sp. sienellä johti tyypilliseen juurilahoon (Venn ym. 1986).

Suomessa 17 eri taimitarhalla lähetetyistä tuhonäytteistä, joissa taimet olivat sairastuneet lahojuuritautiin eristettiin sairaista taimista useita *Rhizoctonia*-lajeja ja leväsieniä (Lilja ym. 1992, Lilja 1993a,b).

### Eristettyjen sienten patogeenisuus

Sienten kyky aiheuttaa tautia testataan usein ensin siten, että testattava sieni on ainoa mikrobi, joka on kosketuksissa taimen kanssa. Käytettävät taimet on myös kasvatettu steriiliolosuhteissa eli ympäristössä, jossa ei ole mikrobeja. Kokeen aikana myös jatketaan steriiliolosuhteita, jotta päästään selville vain yhden mikrobin ja kasvin välisestä vuorovaikutuksesta. Näin tehdyissä kokeissa, joissa männyn taimia kasvatettiin kaksi viikkoa isoissa koeputkissa, jonka jälkeen niihin siirrostettiin testattavaa sientä, sairaiden taimien juurista eristetyistä sienistä taudinaiheuttajia olivat eräät leväsienet ja *Rhizoctonia* sp. kannat, joiden rihmasto oli yksitumaista, sekä *Fusarium oxysporum* Schl. f.sp. *pini* (Hartig) Snyder & Hansen. Patogeenisin leväsienilaji oli *Phytophthora undulata* (H. E. Petersen) M. W. Dick (Lilja ym. 1992).

Kokeita jatkettiin normaaliolosuhteissa kasvihuoneessa, jolloin käytetyt taimet ja kasvualusta eivät olleet steriilejä, vaan niiden normaali mikrobisto oli tallella. Neljän viikon ikäiset männyn taimet koulittiin turvealustaan, johon oli lisätty testattavan sien

rihmastoa viikkoa aikaisemmin. Voimakkain taudinaiheuttaja näissä kokeissa oli yksitumainen *Rhizoctonia sp.*, 90 % taimista kuoli neljän viikon kuluttua koulinnasta. *P. undulata* sienellä tartutetussa alustassa 82 % taimista kuoli (Lilja ym. 1992).

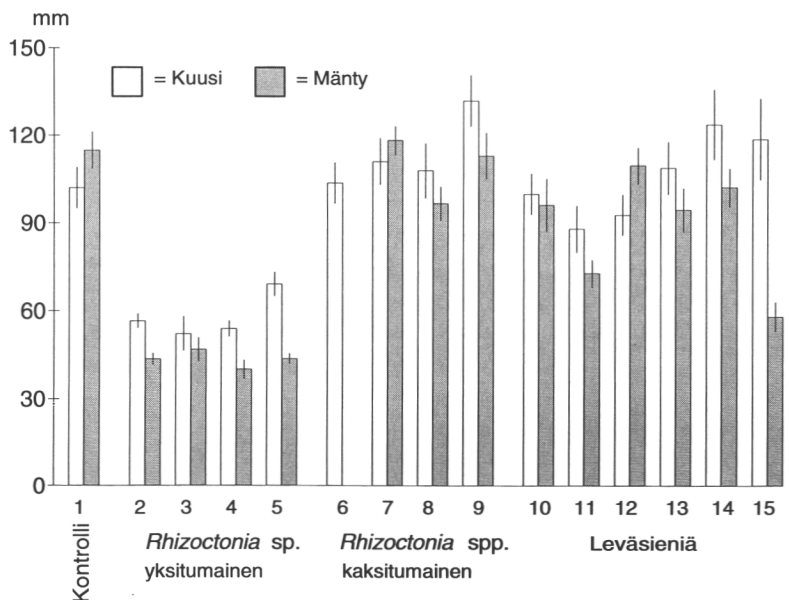
Vastaavassa kokeessa, jossa kuusen ja männyn taimet olivat koulintahetkellä 12 viikkoisia ja kasvualustaan ympättiin koulinta hetkellä tutkittavan sienen rihmastoa, eri taimitarhoilta eristettyjen yksitumaisten *Rhizoctonia sp.* sienten patogeenisuus vaihteli. Kahden kuukauden koeajan jälkeen kuolleitten kuusten määrä oli 25 %, 42 %, 42 % ja 58 % riippuen siitä mistä eristetyllä yksitumaisella *Rhizoctonia sp.* sienellä kasvualusta oli tartutettu. Männyllä vastaavat arvot olivat 43 %, 17 %, 75 % ja 75 %. Elävinä säilyneet taimet olivat paljon pienempiä kuin terveet, saastuttamattomassa kasvualustassa kasvaneet taimet (kuva 2).

Testatuista kaksitumaisista *Rhizoctonia*-lajeista yksikään ei ollut patogeeninen. Ne eivät aiheuttaneet taimien kuolemista, vaan ne jopa lisäsivät taimien pituuskasvua (kuva 2).

*P. undulata* sieni tappoi samassa kokeessa kuusen taimista 17 % ja männyn taimista 9 %. Toinen leväsieni, joka myös oli testatuista kuudesta leväsienestä lievästi haitallinen, oli *Pythium ultimum* var. *ultimum*. Tällä sienellä tartutetussa kasvualustassa kasvaneista kuusen taimista 25 % ja männyn taimista 17 % oli kuolleita tai kuolevia (Lilja 1993b).

Vanhemmilla, yksi- ja kaksivuotiailla taimilla vain yksitumainen *Rhizoctonia sp.* aiheutti oireita. Vaikka taimet eivät kuolleet, niiden juuristo pieneni sienen vaikutuksesta (Lilja ym. 1993a).

Kuva 2. Kuusen ja männyn taimien verso-  
jenpituudet 2 kk kuluttua siitä, kun 12-viikkoi-  
siin taimiin tartutettu eri sieniä. 1 = kontrolli,  
2–5 = eri taimitarhoilta eristettyjä yksitumai-  
sia *Rhizoctonia sp.* kantoja, 6–9 = eri  
taimitarhoilta eristettyjä kaksitumaisia *Rhizocto-  
nia spp.* sieniä, 10–15 = eri taimitarhoilta  
eristettyjä leväsieniä. N= 12. Pylväiden  
päissä olevat viivat kuvaavat keskiarvon  
keskivirhettä.



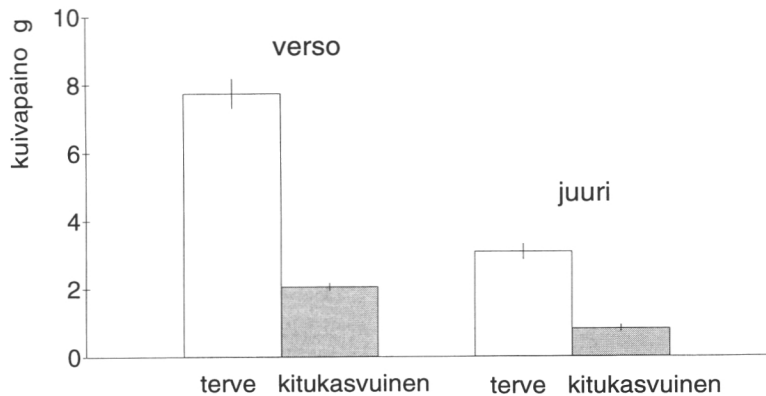
## Lahojuuritaudin vaikutus seuraavana kasvukautena

Oireisten taimien kehitystä seurattiin myös kokeella (Lilja ym. 1993a), jossa taimitarhalta kerättiin keväällä vuoden ikäisiä männyn kennotaimia, joiden kasvu oli taantunut, sekä normaalisti kasvaneita taimia ja näiden kasvua seurattiin seuraavan kesän ajan. Oireellisista taimista pystyttiin eristämään yksitumaista *Rhizoctonia sp.* sientä sekä kokeen alussa että sen lopussa. Juurista tehdyissä leikkeissä nähtiin sienelle tyypillistä rihmastoa juurisolujen sisällä. Koe osoitti elävien oireellisten taimien toipumisen jäävän heikoksi, kasvu oli taantunutta myös seuraavana kasvukautena verrattuna terveeseen lähtömateriaaliin (kuva 3).

### Yhteenveto

Edellä kuvatut patogeenisuuskokeet osoittavat yksitumaisen *Rhizoctonia sp.* sienen heikentävän juuriston kasvua siten, että pienet taimet kuolevat, mutta vanhemmat saattavat jäädä henkiin, vaikkakin taimien kasvu taantuu juuriston kunnon heiketessä. Yksitumaisen *Rhizoctonia sp.* sienen vähentäessä juurten määrää taimet eivät pysty käyttämään kaikkea vettä, jota niille kastelussa annetaan. Näin sairastuneiden taimien ympäristön vesipitoisuus nousee ja syntyy suotuisat olosuhteet leväsienten kasvulle ja leviämislle. Leväsienet tappavat juurten kärkiä täydentäen näin yksitumaisen *Rhizoctonia sp.* sienen aiheuttamaa tuhoa. Yksitumainen *Rhizoctonia sp.* on sieni, joka lienee lajina ennen kuvaamaton. Hietala (1992) on työssään osoittanut sen samaksi sienilajiksi kuin Norjassa kuusen paakkutaimilla juurilahoa aiheuttava *Rhizoctonia sp.*

Kuva 3. Terveiden ja kitukasvuisten, lahojuuristen männyn taimien kehitys seuraavana kasvukautena. Versojen ja juurten kuivapainot loppukesällä. N= 50. Pylväiden päissä olevat viivat kuvaavat keskiarvon keskivirhetä.



## Lahojuurisuuden torjunta

Taudin torjunnassa Norjassa suositellaan kohotettua kasvatusta. Taimilaatikoiden huolellinen pesu käytön jälkeen on myös hyvä keino ehkäistä taudin leviämistä.

Ruotsissa tehdyssä kokeessa mykorritsaalisilla männyn taimilla oli juurissaan enemmän terveitä juurenkärkiä *Rhizoctonia sp.* sienellä tartutetussa alustassa kuin mykorritsattomilla taimilla (Damm ja Unestam 1990). Meillä tehdyssä kokeessa mykorritsoituneet taimet infektoituivat yksitumaisella *Rhizoctonia sp.* sienellä, mutta ne olivat terveempiä kuin mykorritsattomat taimet (Lilja ym. 1993a). Ruotsalaisessa tutkimuksessa huomattiin, että myös turpeen pH vaikutti ratkaisevasti infektion voimakkuuteen. Happamuuden ollessa 4.7 sieni vaurioitti taimien juuria vähemmän kuin pH arvossa 5.5 (Damm ja Unestam 1990).

## Kirjallisuus

- Beyer-Ericsson, L., Damm, E. & Unestam, T. 1991. An overview of root dieback and its causes in Swedish forest nurseries. *European Journal of Forest Pathology*. 21: 339–443.
- Børja, D. & Austara, Ø. 1992. Diseases and insects in Norwegian forest nurseries. Julkaisussa: Proceedings of the first meeting of IUFRO Working Party S2.07–09. s. 91–95. Toim. J. R. Sutherland & S. G. Glover. Forestry Canada Pacific and Yukon Region, Pacific Forestry Centre. BC-X-331.
- Damm, E. & Unestam, T. 1990. Mycorrhizal protection of *Pinus sylvestris* seedling roots against *Rhizoctonia*. Julkaisussa: Proceedings of the first meeting of IUFRO Working Party S2.07-09. s. 239–242.. Toim. J. R. Sutherland & S. G. Glover. Forestry Canada Pacific and Yukon Region, Pacific Forestry Centre. BC-X-331.
- Galaen, R. & Venn, K. 1979. *Pythium sylvaticum* Campbell & Hendrix and other fungi associated with root dieback of 2-0 seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. in Norway. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 34: 266–280.
- Hietala, A. 1992. Taimitarhalta männyn juurista eristettyjen *Rhizoctonia*-sienten karakterisointi. Helsingin Yliopisto. Metsäpatologian pro-gradu tutkielma. 54 s.
- Jalkanen, R. 1985. Uusi tauti taimitarhalla. *Metsälehti* 11, s. 20.
- Lilja, A., Lilja, S. & Poteri, M. 1988. Root dieback in forest nurseries. *Karstenia* 28: 64.
- Lilja, A. Lilja, S., Poteri, M. & Ziren, L. 1992. Conifer seedling root fungi and root dieback in Finnish nurseries. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7:547–556.
- Lilja, A., Hietala, A. & Sen, R. 1993a. Havupuiden lahojuuri- ja koivun verso-  
--  
laikkutauti. Julkaisussa: Metsäntutkimuksen tuloksia. Metsäntutkimuspäivä Vantaalla. s. 5–12. Toim. T. Kurkela & K. Lipponen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460.
- Lilja, A. 1993b. The occurrence of *Rhizoctonia spp.* and Pythiaceae fungi in conifer root dieback seedlings in Finnish forest nurseries. *Käsikirjoitus* 22 s.
- Unestam, T., Beyer-Ericson, L. & Strand, M. 1989. Involment of *Cylindrocarpum destructans* in root death of *Pinus sylvestris* seedlings: Pathogenic behaviour and predisposing factors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 521–535.

- Venn, K. 1985. Rotavdoing hos bartreplanter i skogplanteskoler. Summary: Root dieback of coniferous seedlings in forest nurseries. Rapport Norsk institutt for skogforskning 3/85: 1–11.
- Venn, K., Sandvik, M. & Langerud, B. 1986. Nursery routines, growth media and pathogens affect growth and root dieback in Norway spruce seedlings. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 39: 314–328.

# Havupuun taimien juuriston kasvu ja toiminta alhaisissa juuriston lämpötiloissa

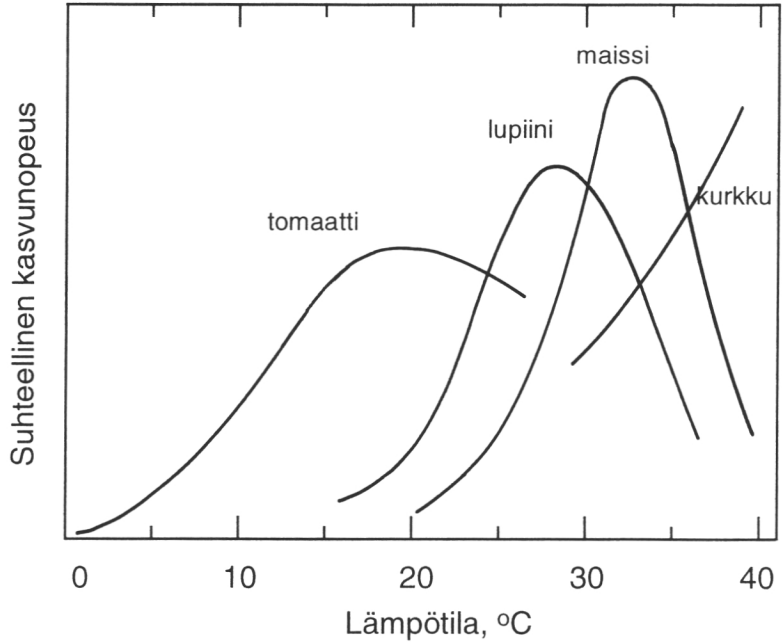
---

*Aija Ryyppö ja Elina Vapaavuori*

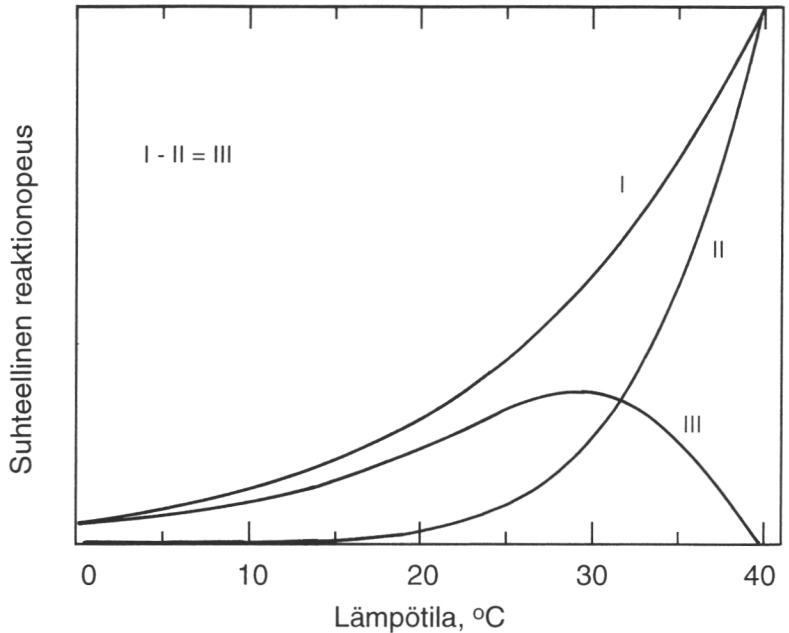
Borealisessa havumetsävyöhykkeessä ilman lämpötilan suuri vaihtelu on merkittävä puita luontaisesti kuormittava tekijä. Samaten havumetsävyöhykkeen lämpöoloja luonnehtii lämpötilan korostunut vuodenaikaisuus, johon pohjoiset puulajimme ovat geneettisesti sopeutuneet. Puiden perinnöllinen informaatio sisältää ohjelman, jonka avulla puiden elintoiminnot mukautuvat vuodenaikojen mukaisesti lämpötilan muutoksiin. Erityisen keskeisellä sijalla puiden ilmastollisessa sopeutumisessa on vuosirytmii (Pelkonen ym., 1990).

Syksyllä kasvun päättymisen jälkeen kehittyvä silmulepo purkautuu loppusyksyn ja alkutalven matalien lämpötilojen vaikutuksesta, ja keväällä kasvu voi alkaa, kun tietty minimilämpötila on saavutettu (Pelkonen ym., 1990). Kun lämpötila keväällä nousee, kasvu nopeutuu, kunnes on saavutettu laji- ja alkuperäspesifinen optimilämpötila (kuva 1). Jos lämpötila vielä nousee, kasvu alkaa hidastua. Syynä kasvun lämpötilariippuvuuteen on aineenvaihdunnan nopeutta säätelevien entsyymien lämpötilariippuvuus (kuva 2). Entsyymit ovat valkuaisaineita, jotka katalysoivat kemiallisia reaktioita. Useimmilla kasveilla entsyymireaktiot ovat nopeimmillaan, kun lämpötila on 20–30 °C. Entsyymireaktion nopeus siis kasvaa lämpötilan noustessa käyrän I osoittamalla tavalla (ks. kuva 2). Reaktionopeus ei kuitenkaan kasva äärettömäksi, sillä lämpötilan noustessa entsyymit alkavat denaturoitua (ts. menettävät toimintakykynsä) käyrän II mukaan. Tällöin entsyymaattisesti kontrolloitujen reaktioiden lämpötilavasteeksi muodostuu käyrien I ja II erotus, käyrä III (kuva 2) (Salisbury ja Ross, 1985). Alhaisissa lämpötiloissa kasvien metabolinen aktiivisuus puolestaan alenee, ja tällöin solunjakautuminen ja solujen laajuuskasvu hidastuvat ja seurauksena on biomassan tuoton väheneminen (Burt-holt ja Van't Hof, 1971).

Kuva 1. Tomaatin, lupiinin, maissin ja kurkun kasvun riippuvuus kasvatuslämpötilasta (Salisbury ja Rossin, 1985, mukaan).



Kuva 2. Lämpötilan vaikutus entsyymiaktiivisuuteen. Käyrä I osoittaa tyypillisen entsymaattisen reaktion reaktionopeuden. Käyrä II esittää tyypillisen proteiinien denaturaatiokäyrän. Käyrä III=I-II, ja se esittää tyypillisen entsymaattisen reaktion reaktiovasteen koko lämpötila-alueella (Salisbury ja Rossin, 1985, mukaan).

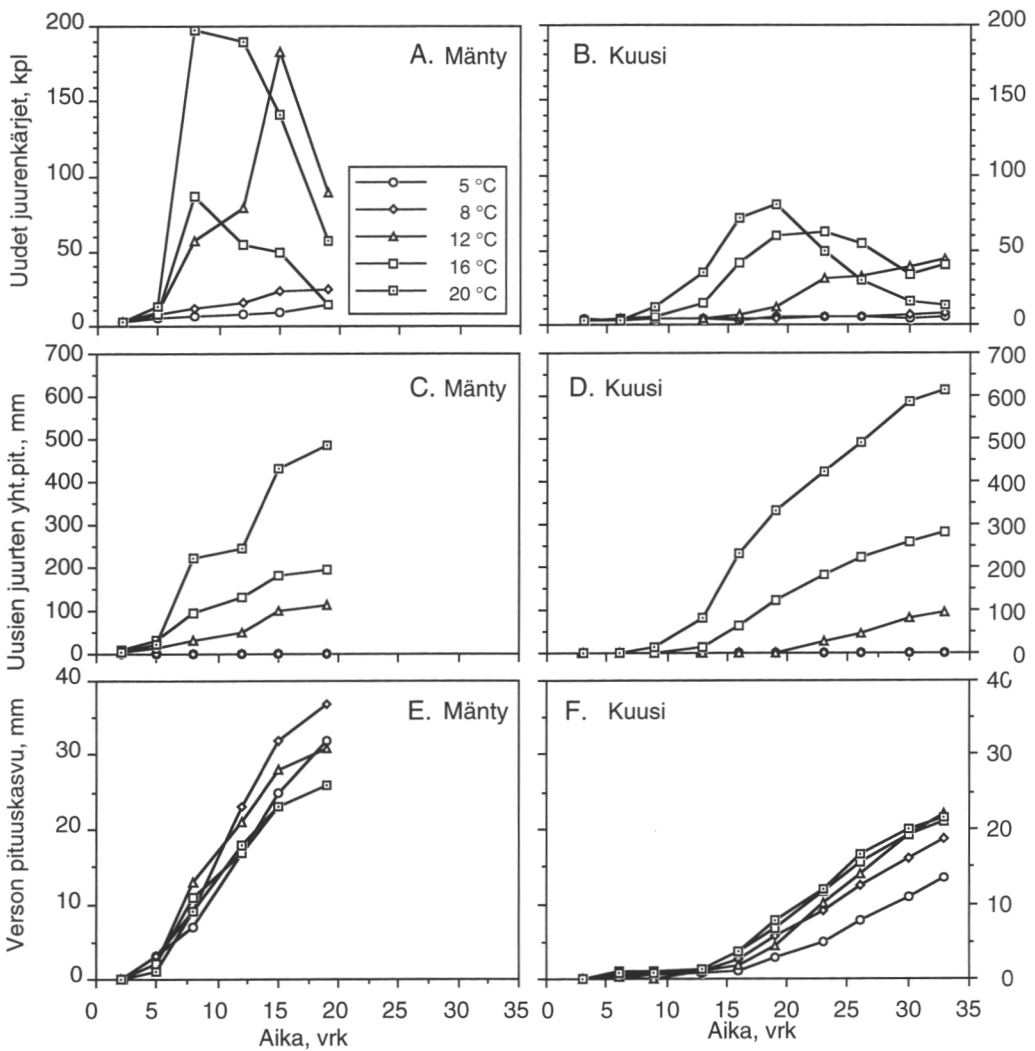


## **Maan alhaisen lämpötilan vaikutus männyn ja kuusen taimien keväiseen kasvuunlähtöön**

Maaperän lämpötila seuraa ilman lämpötilaa, sillä lämpöenergian siirto maaperässä tapahtuu johtamalla. Kasvupaikka ja sen kasvillisuus puolestaan määräävät, miten nopeasti maaperän lämpötila seuraa ilman lämpötilan muutoksia. Avoimella vähälumisella kasvupaikalla maan lämpötila seuraa hyvin ilman lämpötilan vaihtelua, jolloin maan lämpötilassa tapahtuu vuorokaudenaikaista vaihtelua. Runsas pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuus sekä paksu lumipeite puskuroivat maan lämpötilan muutoksia. Tällöin maan ja ilman lämpötilaerot voivat olla hyvinkin suuret, mutta vuorokaudenaikaiset vaihtelut jäävät vähäisiksi (Larcher, 1980).

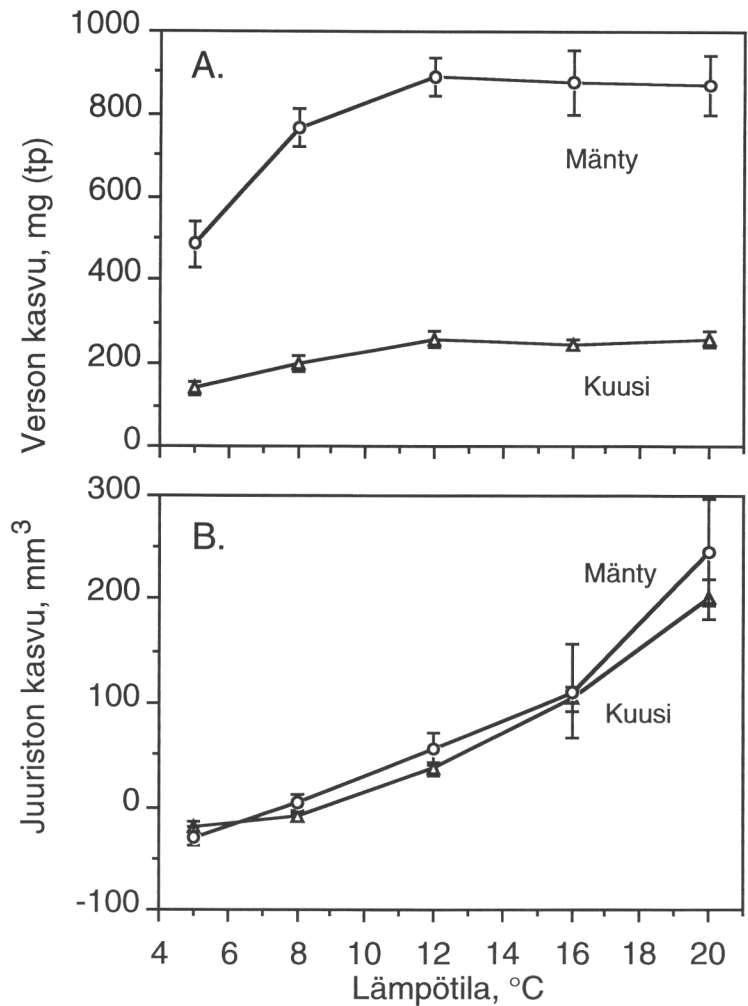
Suomessa havupuun taimien istutus maastoon alkaa toukuussa, jonka aikana maan lämpötila nousee keskimäärin 0:sta 10 °C:een (Helminen, 1987) ollen varsinkin päiväsaikaan ilman lämpötilaa matalampi. Istutus pyritään tekemään varhain keväällä, kun taimet eivät vielä ole aloittaneet kasvuaan, sillä lepotilassa olevat taimet eivät vaurioidu kuljetuksen ja istutuksen aikana yhtä herkästi kuin jo kasvuvaiheessa olevat taimet. Maastoon siirron jälkeen hyväkuntoinenkin taimi kuitenkin kärsii ”istutusshokista”, jonka syynä ovat mm. heikko maa-juurikontakti ja matala maan lämpötila. Jotta hyvä maa-juurikontakti voisi syntyä, juuriston täytyy kasvaa. Keväällä istutuksen jälkeen maaperän lämpötila voi pysyä pitkään haitallisen alhaisena, jolloin veden ja ravinteiden otto estyy. Tehokas veden ja ravinteiden otto puolestaan on edellytys sille, että neulasen voivat yhteyttää ja siten tuottaa kasvuun tarvittavia hiilihydraatteja. Istutuksen jälkeen huono maa-juurikontakti voikin johtaa tilanteeseen, jossa juuriston kasvua rajoittaa hidas yhteytys, ja yhteytystä puolestaan juuriston kasvun heikkous (Burdett, 1990).

Tutkimustietoa maaperän lämpötilan vaikutuksesta niihin mekanismeihin, joiden avulla istutustaimet sopeutuvat uudelle kasvupaikalle, ei ole käytettävissä. Laboratorio-olosuhteissa nesteviljelmässä tällaisen tutkimuksen toteuttaminen on mahdollista. Samanaikaisesti voidaan tutkia myös juuriston kasvua aikasarjana ja taimia vahingoittamatta. Suonenjoen tutkimusasemalla nesteviljelytekniikkaa on käytetty tutkimuksen apuvälineenä jo useiden vuosien ajan, mm. selvittäessä juuriston lämpötilan vaikutusta taimien kasvuun. Nesteviljelytekniikkaa käyttäen tutkimme, miten juuriston versoa matalampi lämpötila vaikuttaa havupuun taimien keväiseen kasvuunlähtöön. Kokeen alussa juuriston matalalla lämpötilalla oli selvä vaikutus juurenkärkien muodostumiseen männyn ja kuusen taimien juuristossa (kuva 3A ja 3B); jos verson lämpötila oli 20 °C ja juuriston lämpötila oli 5 tai 8 °C, uusien juurenkärkien muodostus estyi täysin. Kuusen taimien juuristossa kasvuunlähtö tapahtui myöhemmin ja uusien juurenkärkien lukumäärä oli pienempi kuin männyn juuristossa vastaavissa lämpötiloissa. Kymmenen (mänty) ja 20 päivän (kuusi) kuluttua kokeen



Kuva 3. Juuriston lämpötilan vaikutus uusien juurenkärkien lukumäärään (>1mm)(A, B), uusien juurten yhteispituuteen (C, D) ja verson pituuskasvuun (E, F) männyn (kolme viikkoa) ja kuusen (viisi viikkoa) keväisen kasvuunlähdön aikana. Taimet kasvatettiin nesteviljelmissä. Karaisuvaiheiden jälkeen yksivuotiaiden taimien juuristot termostettiin 5, 8, 12, 16, 18 tai 20 °C:een ja ilman lämpötila kokeen aikana oli 18–20 °C (Vapaavuori ym., 1992, mukaan).

Kuva 4. Juuriston lämpötilan vaikutus verson tuorepainon (A) ja juuriston tilavuuden kasvuun (B) kolme (mänty) tai viisi (kuusi) viikkoa keväisen kasvuunlähdon jälkeen. Taimet kasvatettiin nesteviljelmässä. Karaisuvaiheiden jälkeen yksivuotiaiden taimien juuristot termostoitiin 5, 8, 12, 16, 18 tai 20 °C:een ja ilman lämpötila kokeen aikana oli 18–20 °C (Vapaavuori ym. 1992, mukaan).



aloittamisesta uusien juurenkärkien lukumäärä alkoi laskea, ja se pieneni sitä nopeammin, mitä korkeampana juuriston lämpötila pidettiin.

Männyn juuret aloittivat pituuskasvunsa (mitattu yli 1 cm pituiset uudet juuret) viiden vuorokauden ja kuusen juuret 10 vuorokauden kuluttua kokeen alkamisesta (kuva 3C ja 3D). Juuriston lämpötila ei vaikuttanut männyllä juurten kasvun alkamisajankohtaan. Sen sijaan kuusen juurten pituuskasvu alkoi sitä myöhemmin, mitä matalampi juuriston lämpötila oli kokeen aikana. Juuriston lämpötilan vaikutus näkyi erittäin selvästi juuriston tilavuuden kasvussa: sekä kuusen että männyn juuriston kasvu estyi täysin 8 °C:ssa ja sitä alaisemmissa lämpötiloissa, ja molemmilla kasveilla juuriston kasvun optimilämpötila oli korkeampi kuin 20 °C (kuva 4B). Männyn taimien juuristo ja verso aloittivat kasvunsa samanaikaisesti (kuva 3E). Kuusella verson kasvu sen sijaan alkoi selvästi myöhemmin kuin juuriston kasvu (kuva 3F). Alhai-

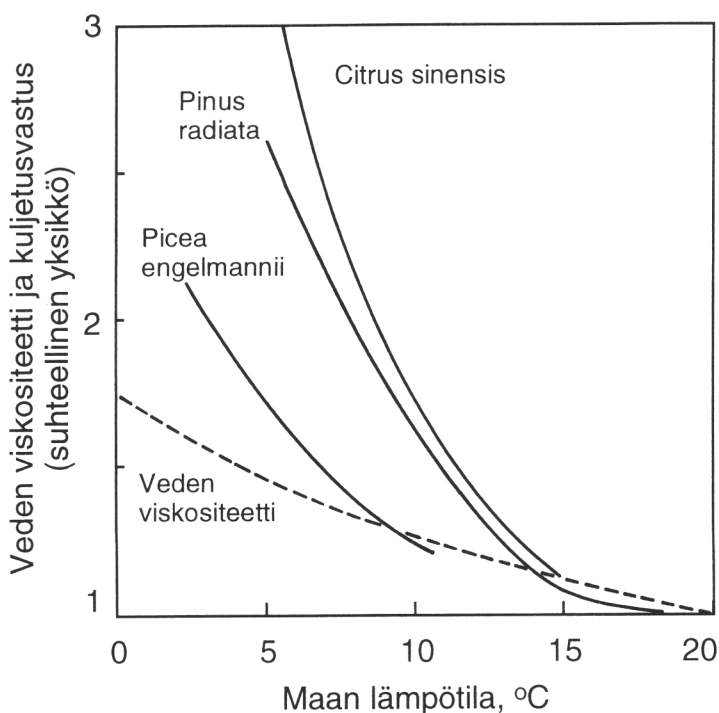
nen juuriston lämpötila hidasti myös verson kasvua, mikä näkyi erityisen selvästi eteenkin kuusen pituuskasvussa (kuva 3F).

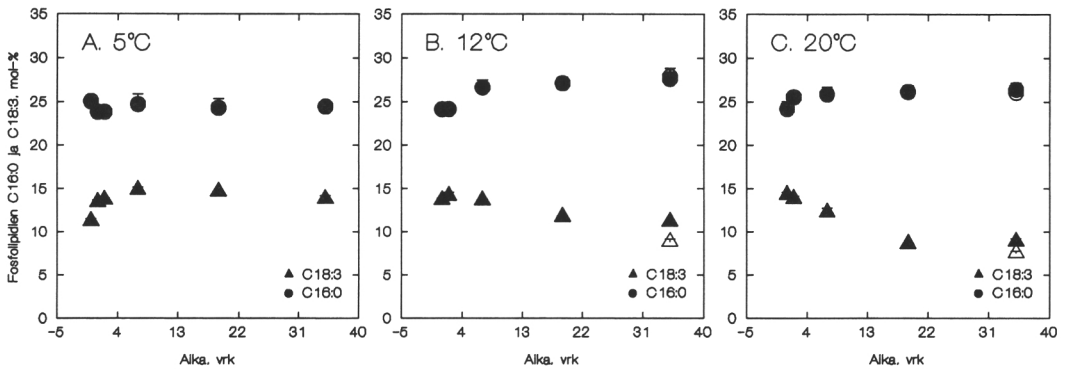
## Maan alhaisen lämpötilan vaikutus juuriston rakenteeseen ja toimintaan

Välillä +8 ja +12°C voidaan havaita kynnyslämpötila, jonka alapuolella männyn ja kuusen juurten metabolinen aktiivisuus on alhainen. Tämän seurauksena kasvu estyy (Vapaavuori ym. 1992), ja veden ja ravinteiden otto on hidasta (Häussling ym. 1988). Veden viskositeetti nousee lämpötilan laskiessa, mikä osaltaan estää veden ja ravinteiden ottoa ja kuljetusta alhaisissa lämpötiloissa. Lämpötilan laskiessa veden otto kasviin kuitenkin heikenee enemmän kuin pelkkä veden viskositeetin kasvu edellyttäisi (kuva 5) (Larcher 1980). Tämä osoittaa, että veden viskositeetissa tapahtuvien muutosten lisäksi myös juurisoluihin täytyy tapahtua muutoksia. Kylmyyden onkin osoitettu hidastavan ja estävän juurisolukalvojen suveentumismuutoksia, mikä ilmenee myös veden ja ravinteiden otton hitautena sekä kasvun estymisenä tai hidastumisena.

Kun taimen kasvuympäristössä tapahtuu äkillisiä muutoksia, esim. taimitarhalla maastoon siirron seurauksena, kalvon rakenteessa ja toiminnassa tapahtuvat muutokset pyrkivät palauttamaan homeostaasin ts. kalvon toiminnan entiselleen (Thompson 1986).

Kuva 5. Veden viskositeetin (---) ja veden kuljetusvastuksen (—) riippuvuus maaperän lämpötilasta. Veden kuljetusvastus on kuvassa esitetty kahdelle havupuulajille ja appelsiinille (Larcherin, 1980, mukaan).





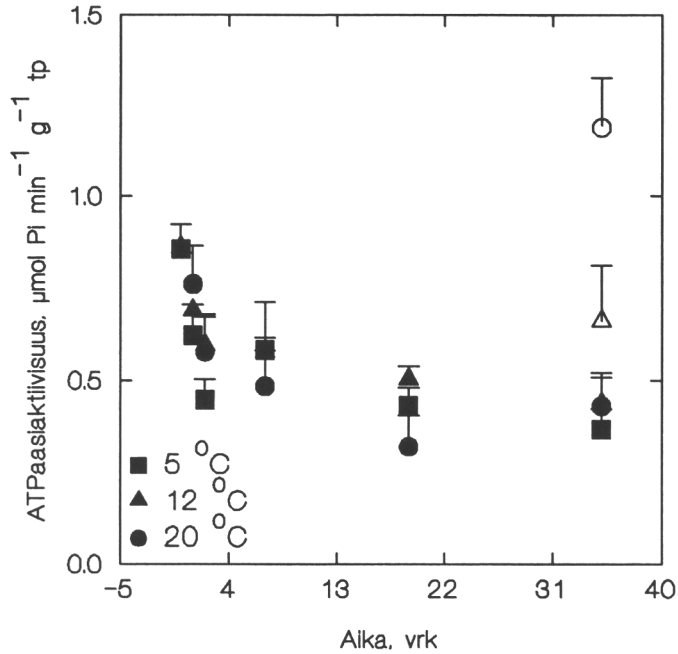
Kuva 6. Juuriston lämpötilan vaikutus fosfolipidien C18:3 ja C16:0 rasvahappojen osuuksiin (mooli-%) yksivuotiaiden männyn taimien juurisolujen kalvostossa kevään kasvuunlähden aikaan. Taimien juuriston lämpötila nesteviljelmässä 35-päiväisen kokeen aikana oli 5, 12 tai 20 °C, ja verson lämpötila kokeen aikana oli 20/15 °C (päivä/ö 6 h). Mustat symbolit: vanhat juuret ja valkeat symbolit: uudet juuret (Ryypö ym., julkaisematon, mukaan).

Thompsonin ja Martinin (1984) mukaan muutos rasvahappojen tyydyttyneisyysasteessa on yksi ensimmäisistä muutoksista tapahtumasarjassa, jolla kalvo sopeutuu uudenlaisiin ympäristöolosuhteisiin. Heikosti kylmää sietävillä kasveilla (Uemura ja Yoshida 1984, Ishikawa ja Yoshida 1985, Lynch ja Steponkus 1987) vuodenaikaiset muutokset rasvahappojen tyydyttyneisyysasteessa ovat vähäisiä. Sen sijaan hyvän pakkaskestävyyden omaavilla havupuilla neulasselukalvojen rasvahappokoostumuksessa havaitaan selkeitä vuodenaikaisia muutoksia (Sutinen 1992).

Tutkiessamme alhaisen lämpötilan vaikutusta juuriston rakenteeseen ja toimintaan käytimme koemateriaalina yksivuotiaita männyn taimia, joiden juuristot toisen kasvukauden alussa termostoitettiin nesteviljelmässä 5, 12 tai 20 °C:een ja ilman lämpötilaksi säädettiin 20/15 °C (päivä/yö). Tulostemme mukaan juuriston lämpötilan nousu 12 tai 20 °C:een sai aikaan suveentumismuutoksia juurisolujen kalvostossa. Muutosten seurauksena kalvoston fosfolipidien tyydyttyneisyysaste nousi ts. lämpötilan noustessa talvisia monitydyttymättömiä, notkistavia rasvahappoja muutettiin kalvoa jäykistäviksi, tyydyttyneiksi rasvahapoiksi (kuva 6). Osaltaan näiden muutosten seurauksena kalvoston suhteellinen notkeus todennäköisesti säilyi ennallaan, kun juuriston lämpötila nousi. Selkein muutos vanhoissa juurissa 12 tai 20 °C:ssa oli notkistavan C18:3-rasvahapon (18 hiiliatomia, kolme kaksoissidosta rasvahappoketjussa, eli kyseessä on monitydyttymätön rasvahappo) %-osuuden lasku ja jäykistävän C16:0-rasvahapon (16 hiiliatomia, ei kaksoissidoksia rasvahappoketjussa, eli tyydyttynyt rasvahappo) %-osuuden nousu, minkä seurauksena kalvoston tyydyttyneisyysaste nousi. Uusissa, kasvavissa juurissa C18:2-rasvahapon %-osuus oli matalampi ja C18:3-rasvahapon %-osuus oli korkeampi kuin vanhoissa juurissa.

Tulostemme perusteella vaikuttaisi siltä, että juuriston kasvu on mahdollista vain, jos kalvoston fosfolipidien rasvahappokoostumuksessa tapahtuu suveentumismuutoksia: Kun juuriston lämpötila pidettiin 5 °C:ssa, juuriston rasvahappokoostumus ei muuttunut eikä uusia juuria muodostunut, vaikka verso kasvoikin. Ilmeisesti rakenteelliset ja toiminnalliset muutokset männyn taimien

Kuva 7. Juuriston lämpötilan vaikutus solukalvon protonipumpun aktiivisuuteen yksivuotiaiden männyn taimien juurissa keväisen kasvuunlähdon aikana. Taimien juuriston lämpötila nesteviljelmässä 35-päiväisen kokeen aikana oli 5, 12 tai 20 °C, ja verson lämpötila kokeen aikana oli 20/15 °C (päivä/ö 6 h). Mustat symbolit: vanhat juuret ja valkeat symbolit: uudet juuret (Ryypö ym., julkaisematon, mukaan).



juurisoluissa ovat välttämättömiä suveentumisen ja kasvuunlähdon aikaan, ja ne estyvät osittain, kun maan lämpötila on selvästi ilman lämpötilaa matalampi. Kun suveentumismuutoksia ei tapahdu, juuriston kasvu estyy ja ravinteiden otto sekä verson kasvu hidastuvat (Ryypö ym. julkaisematon). Ravinteiden otto on energiaa vaativa tapahtuma, johon tarvittavan energian tuottaa solukalvon protonipumppu (vanadiittisensitiivinen, K<sup>+</sup>-stimuloituva, Mg<sup>2+</sup>-riippuva H<sup>+</sup>-ATPaasi) (Ishikawa ja Yoshida 1985, Yoshida 1986). Protonipumpun toiminnalla on keskeinen merkitys siinä, miten kasvi sietää stressiä ja miten se sopeuttaa ionien kuljetuksen muutuneiden olosuhteiden mukaiseksi (Sussman ja Surowy 1987, Cooke and Burden 1990, Arora and Palta 1991, Hellergren ym. 1983). Aktiivisesti toimivassa solussa tämä entsyymi käyttää toimintaansa jopa enemmän osan solun energiavaroista (Sussman ja Surowy 1987). Tutkimushypoteesimme oli, että protonipumpun aktiivisuus vanhoissa juurissa olisi korreloinut juuriston lämpötilan kanssa. Näin ei kuitenkaan tapahtunut, sillä protonipumpun aktiivisuus vanhoissa juurissa aleni lämpötilasta riippumatta (kuva 7). Uusissa juurissa puolestaan protonipumpun aktiivisuus oli erittäin korkea ja lämpötilasta riippuvainen.

Saamamme tulokset viittaisivat siihen, että vanhojen edellisenä kasvukautena muodostuneiden juurien toiminta ravinteiden otossa heikkenee hyvin nopeasti keväisen kasvuunlähdon aikana. Tällöin taimien on kyettävä tuottamaan uusia juuria, jotta kasvu ja mukautuminen kasvupaikalle mahdollistuu. Taimet voivat kompensoida vanhojen juurien toiminnan heikkenemisen vain kasvattamalla

uusia juuria, joissa runsaasti energiaa vaativat metaboliset prosessit, kuten ravinneionien otto soluun, voivat tapahtua. Jos juuriston lämpötila pysyy useita päiviä tai jopa viikkoja verson lämpötilaa alhaisempana, juurten toiminta ja kasvu estyy. Jotta mukautuminen kasvupaikalle olisi nopea, juuriston lämpötilan täytyisi olla selvästi korkeampi kuin juurten kasvun kynnyslämpötila, joka männyllä ja kuusella on 8 ja 12 °C:n välillä.

## Kirjallisuus

- Arora, R. ja Palta, J.P. 1991. A loss in the plasma membrane ATPase activity and its recovery coincides with incipient freeze-thaw injury and postthaw recovery in onion bulb scale tissue. *Plant Physiol.* 95:846–852.
- Burdett, A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research* 20:415–427.
- Burtholt, D.R. ja Van't Hof, J. 1971. Quantitative thermal induced changes in growth and cell population kinetics of *Helianthus* roots. *Am. J. Bot.* 58:386–393.
- Cooke, D.T. ja Burden, R.S. 1990. Lipid modulation of plasma membrane-bound ATPase. *Physiologia Plantarum* 78:153–159.
- Hellergren, J., Widell, S., Lundborg, T. ja Kylin A. 1983: Frost hardiness development in *Pinus sylvestris*: The involvement of a K<sup>+</sup>-stimulated Mg<sup>2+</sup>-dependent ATPase from purified plasma membranes of pine. *Physiologia Plantarum* 58:7–12.
- Helminen, V. 1987. Lämpötilaolot. Suomen kartasto. Vihko 131:4–10. Maanmittaushallitus, Suomen maantieteellinen seura.
- Häussling, M., Jorns, C.A., Lehmbecker, G., Hecht-Buchholz, C.H. ja Marschner, H. 1988. Ion and water uptake in relation to root development in Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.). *J. Plant Physiol.* 133:486–491.
- Ishikawa, M. ja Yoshida, S. 1985: Seasonal changes in plasma membranes and mitochondria isolated from Jerusalem Artichoke tubers. Possible relationship to cold hardiness. *Plant Cell Physiol.* 90:1088–1095.
- Larcher, W. 1980. *Physiological plant ecology*. 252 s. Springer, Berliini.
- Lynch, D.V. ja Steponkus, P.L. 1987: Plasma membrane lipid alterations following cold acclimation: possible relevance to freeze tolerance. In Stumpf, P.K., Mudd, J.B. & Nes, W.D. eds. *The metabolism, structure and function of plant lipids*. Plenum Press, New York, pp. 213–215.
- Pelkonen, P., Hänninen, H., Repo, T. ja Sutinen, M.-L. 1990. Teoksessa: Lahti, T ja Smolander, H. (toim.) *Johdatus metsien perustuotantobiologiaan*, s. 207–232.
- Salisbury, F.B. ja Ross, C.W. 1985. *Plant physiology*. 3rd ed. 540 s. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California..
- Sussman, M.R. ja Surowy T.K. 1987: Physiology and molecular biology of membrane ATPases. *Oxford Surveys of Plant Molec. and Cell Biol.* 4:47–70.
- Sutinen, M.-L.K. 1992: Physiological changes in the needles of *Pinus nigra* and *Pinus resinosa* with seasonal changes in freezing stress resistance. *Acta Univ. Oul.* A240, 1992. Doctoral thesis.
- Thompson, G.A. Jr. 1986: Metabolism and control of lipid structure modification. *Biochem. Cell Biol.* 64:66–69.
- Thompson, G.A. Jr. ja Martin, C.E. 1984: Regulation of phospholipid fatty acid composition, in *Physiology of membrane fluidity* (Shinitzky, M. ed.), CRC Press, Boca Raton 1:99–129.
- Uemura, M., ja Yoshida, S. 1984: Involvement of plasma membrane alteration in cold acclimation of winter rye seedlings (*Secale cereale* L. cv. Puma). *Plant Physiol.* 75:818–826.
- Vapaavuori, E.M., Rikala, R. ja Ryyppö, A. 1992. Effect of root temperature on

- growth and photosynthetic characteristics in conifer seedlings by the time of bud burst. *Tree Physiol.* 10:217–230.
- Yoshida, S. 1986: Reverse changes in plasma membrane properties upon deacclimation of mulberry trees (*Morus bombycis* Koidz.). *Plant Cell Physiol.* 27:83–89.

# Taimitarhahygienia

---

*Timo Kurkela*

Taimitarhan hygienialla pyritään pitämään ympäristö sekä itse taimitarha-alue mahdollisimman puhtaana taimille vaarallisista taudinaiheuttajista ja tuholaisista. Taimitarhahygieniaa ja sen edullisuutta taimitarhatuhojen vähentämisessä ei ainakaan Suomessa ole koskaan tutkittu. Monista muissa tutkimuksissa saaduista tuloksista voidaan kuitenkin tehdä päätelmiä myös erilaisten hygienisten toimien vaikutuksesta. Tässä kirjoituksessa tarkastellaan yleisesti taimitarhoissa esiintyviä tauteja, joihin hygienian tasoa parantavat toimet voidaan kohdistaa ja näin vähentää kelvottomien tainten osuutta tuotannossa.

## **Tainten taudinaiheuttajien leviämistavat**

Männyn versosurman aiheuttaja surmakka (*Gremmeniella abietina*) leviää ilmaitse kuolleista tai sairaista taimista keväällä suvuttomien kuromaitiöiden avulla ja yleensä heinä-elokuussa suvullisten koteloitiöiden avulla. Kuromaitiöt kehittyvät normaalisti n. vuoden kuluttua tartunnasta ja koteloitiöt kahden vuoden kuluttua. Neulaskaristesien (*Lophodermium seditiosum*) kehityskierro on yksivuotinen. Tartunta tapahtuu syyskesällä ja syksyllä ilmaitse leviävien koteloitiöiden avulla. Itiöpesäkkeet kehittyvät maahan varisseissa neulasissa. Myös männynthalvihome (*Phacidium infestans*) leviää ilmaitse koteloitiöiden avulla. Nämä itiöt kypsyvät myöhään syksyllä. Juuri ennen lumen tuloa terveille neulasille laskeutuneet itiöt saavat aikaan voimakkaimman tartunnan. Itiölähteen läheisyydessä tartunta on aina runsainta (Kurkela 1975). Sieni pystyy kasvattamaan myös rihmastoja sairaista neulasista terveisiin, jos nämä eivät ole 20–30 cm kauempana. Kehityskierro on yksivuotinen.

Harmaahome (*Botrytis cinerea*) muodostaa kasvukauden kuluessa valtavia määriä ilmaitse leviäviä suvuttomia kuromaitiöitä.

Sieni muodostaa myös talvehtivia rihmastopahkoja eli sklerootioita, joihin kasvukauden alkupuoliskolla kehittyy sienen *Sclerotinia fuckeliana* -niminen suvullinen itiöemä (kotelomalja).

Taimitarhassa juurilahon aiheuttajat ovat tavallisesti maalevin-täisiä sieniä. Niiden rihmasto voi kasvaa maassa olevasta orgaanisesta materiaalista suoraan tainten juuriin. Itiöt liikkuvat usein maassa sade- tai kasteluvesien mukana.

Ruostesienistä taimitarhan tuhonaiheuttajana on tärkein koivu-ruoste (*Melampsoridium betulinum*). Tämän sien suvullinen kehityskierto on yksivuotinen. Sieni leviää taimitarhalla pääasias-sa tuulen mukana ns. kesäitiöiden avulla. Keväisin sieni saattaa kuitenkin tuottaa myös helmi-itiöasteen lehtikuusen neulasilla, mistä nämä itiöt kulkeutuvat koivun lehdille.

Toinen ajoittain taimitarhassa esiintyvä ruostesieni on männyn-versoruoste. Tälläkin sienellä kehityskierto on yksivuotinen, mut-ta sieni vaatii ehdottomasti isäntäkasvin vaihdon. Sen helmi-itiö-aste aiheuttaa vahinkoa männyllä ja sieni talvehtii maahan varis-seilla haavan lehdillä.

## Hygieniä taimitarha-alueella

### *Tainten käsittely*

Tainten vaurioittamista on luonnollisesti vältettävä kaikissa käsit-telyvaiheissa, koska vaurioituneet taimet ovat aina potentiaalisia tartuntakohteita hyvin monille taudinaiheuttajasienille hygienian tasosta riippumatta. Pahimmat taudinaiheuttajat eivät kuitenkaan tarvitse tartuntaan taimen vioittumista, vaan ne kykenevät aktiivi-esti tunkeutumaan terveeseen solukkoon esim. ilmarakojen kaut-ta tai suoraan solunseinien läpi. Olkoon tartunta- ja leviämistapa mikä hyvänsä, voidaan tartuntapotentialia vähentää poistamalla taimitarhasta ja hävittämällä kaikki taimituotantoon kuulumaton taudinaiheuttajien lisääntymiseen sopiva materiaali. Tätä ovat en-nen muuta jatkokasvatukseen tai metsänviljelyyn kelpaamattomat tautien takia hylätyt taimet. Tainten maanpäällisissä osissa esiinty-vät taudinaiheuttajat kuten versosurmakka (*Gremmeniella abietina*), neulaskariste (*Lophodermium seditiosum*) ja talvihome (*Pha-cidium infestans*) voidaan hävittää kompostoinnilla tai vain kasaa-malla taimitarhan ulkopuolelle ja peittämällä jollakin maa-ainek-sella. Kompostoinnissa tuotettua maata ei voida käyttää uudelleen tainten kasvatusalustana, koska hyvin usein hylätyissä taimissa on myös lahojuurisista. Kompostointi ei välttämättä hävitä juurilahon aiheuttajia.

Harmaahome uhkaa taimia jatkuvasti kosteissa kavuoloissa. Tuhoja vähennetään välttämällä turhaa kastelua ja tiheitä kasvus-toja (Lilja 1980, Hausbeck & Pennypacker 1991). Varsinaisena hygienisenä toimenä voidaan suositella harmaahomeisten tainten poistoa myös kasvukauden kuluessa, eikä ainoastaan tainten myyn-

tilajittelun yhteydessä. Lehtikuusen tainten kasvatuksessa on eräissä tapauksissa käytetty jopa varisseiden lehtien imuroimista taimirivien välistä (Dumroese & Wenny 1992).

Avojuuritainten koulunnassa on käytettävä ehdottomasti terveitä taimia. Tartunta on kuitenkin usein vaikea havaita varhaisessa vaiheessa. Esim. männyn tainten koulun yhteydessä kasvukauden aikana taimissa saattaa olla versosurmatartunta piilevänä. Tauti näkyy taimissa ehkä vasta seuraavana keväänä, jolloin myös sairaiden tainten ympärillä olevat taimet ovat tartuntavaarassa. Kun versosurmaiset taimet poistetaan heti oireiden ilmetessä, vähenee taudin leviämiskaava.

### *Taimitarhamaa ja tainten kastelu*

Taimitarhamaassa on lähes aina jonkin verran taimipoltetta ja juurilahoa aiheuttavia sieniä (ks. esim. Lilja ym. 1993). Nämä lisääntyvät, kun maassa kasvatetaan useita kertoja peräkkäin samanlaista taimimateriaalia. Uuden kasvuturpeen käyttö sirkkaintainten kasvatuksessa on taimipolteen suhteen parasta taimitarhahygieniaa. Taimipoltesienet aiheuttavat myös juurilahoa. Näiden lisäksi on muitakin juurilahon aiheuttajia. Juurilahottajien vähentäminen taimitarhamaasta pelkästään hygienian keinoin on vaikeaa.

Jotkin juurilahosienet saattavat tuottaa itiöitä taimitarhojen vesialtaissa, mistä ne kastelun yhteydessä voivat levitä tainten kasvualustoihin. Tästä syystä myös kasteluveden puhtauteen on kiinnitettävä huomiota.

## **Hygienian toimet taimitarhan ulkopuolella**

### *Luonnollinen metsäympäristö*

Kun suuret taimitarhat on usein perustettu kuivahkoille mäntykankaille, on luonnollista, että taimitarhaa ympäröivällä metsämaalla on eri-ikäistä männyn taimiainesta tai nuorta männikköä. Näissä voivat elää ja lisääntyä monet männyn taimia vaivaavat tuhosienet.

Versosurmaa, talvihometta ja neulaskaristetta on usein ympäristössä kasvavissa männyn taimissa. Versosurmaa ja talvihometta voidaan vähentää poistamalla taimitarhojen lähiympäristöstä sairast taimet (Uotila 1985). Versosurmakka saattaa elää myös mäntyjen kuolevissa alaoksissa. Heikentyneiden alaoksien karsinnalla on siten positiivinen vaikutus (Laflamme & Blais 1993). Taimitarhojen lähellä männyntaimiheiiköt kannattaa harventaa, jolloin vähennetään sekä versosurman että neulaskaristeen aiheuttamaa uhkaa (Niemelä ym. 1992). Talvella tai kasvukauden alkupuolella harventaminen, alaoksien karsinta ja versosurmaisten tainten poisto vaikuttavat tehokkaimmin. Talvihomeisten tainten

hävittäminen voidaan tehdä elokuun loppuun mennessä. *P. infestans* -sienen itiöiden levintä alkaa syyskuussa (Kurkela 1993).

Versosumakka elää myös männikön alla kasvavan kuusialikasvoksen latvaversoissa (Barklund & Rowe 1981). Kuuset saattavat sairastua eri vuosina kuin männyt. Kuusialikasvos turvaa siten osaltaan surmakan jatkuvan runsaan läsnäolon taimitarhaympäristössä, joten sen poistaminen vähentää myös surmakan leviämistä taimikasvatuksiin.

Männynversoruoste tarvitsee väli-isännäkseen haavan. Jos haavan vesaikkaa on taimitarhan ympäristössä ja kesäkuu on sienelle sopivan sateinen, voi versoruostetta levitä taimitarhalle (Durrieu 1967, Kurkela 1973). Tästä syystä haavat on mahdollisuuksien mukaan poistettava, varsinkin kun versoruosteen kemiallisen torjunnan oikea ajoittaminen saatta olla mahdotonta.

### *Ympäristön istutukset*

Taimitarha-alueelle tai sen välittömään läheisyyteen saatetaan istuttaa ympäristön kaunistukseksi erilaisia puita ja pensaita. Kun näitä istutuksia tehdään on hyvä pitää mielessä, mitkä lajit voivat toimia tainten kasvatuksessa haitallisten sienten isäntinä. Asiaa selventää muutamat esimerkit.

Kuten tavallinen mänty kaikki muutkin mäntylajit ovat alttiita talvihomeelle. Niin kauan kuin ympäristössä olevissa männyissä on lumen alle jäävää alaoksistoa, ne voivat toimia talvihomeen kantajina. Jos esim. peuke- tai sembramäntyjä halutaan välttämättä pitää kaunistamassa ympäristöä, on niiden alaoksisto tarkastettava ja talvihomeiset oksat poistettava joka kesä. Sembra on peukea ongelmallisempi, koska se vanhetessaan on erittäin altis versosurmalle, joten sembra olisi parasta hylätä koristepuuna kokonaan ainakin taimitarhojen läheisyydessä. Jos taas taimitarhalla halutaan kasvattaa sembran ja peuken taimia myyntiin koristetarkoituksiin, on huolehdittava siitä, ettei ympäristössä ole mustaviinimarjapensaita. Se on meillä yleisin valkomännyn tervasroson (*Cronartium ribicola*) väli-isäntä.

Lähes kaikilla taimitarhoilla kasvatetaan koivun taimia, joissa ruoste on miltei vuosittain toistuva haitta. Ruosteen torjunta kemiallisin menetelmin vaatii useita käsittelyjä kasvukauden kuluessa. Ruosteet voivat kehittää myös helposti torjunta-aineita kestäviä kantoja. Koivunruosteella näiden kehittyminen on todennäköisintä, jos lähiympäristössä on lehtikuusia. Haploidisista kantaitiöistä kehittyneen rihmaston parituminen tapahtuu lehtikuusen neulasilla, joten lehtikuusen läsnäolo voi merkittäväällä tavalla edistää ja nopeuttaa koivunruosteen geneettistä sopeutumista muuttuvaan ympäristöön.

## Kirjallisuus

- Barklund, P. & Rowe, J. 1981. Gremmeniella abietina (Scleroderris lagerbergii), a primary parasite in a Norway spruce dieback. *Eur. J. For. Path.* 11:97–108.
- Dumroese, R.K.; Wenny, D.L. 1992. Reducing Botrytis in container-grown western larch by vacuuming dead needles. *Tree Planters' Notes* 43(2): 30–32.
- Durrieu, G. 1967. Note sur l'épidémiologie de la rouille tordeuse du pin: *Melampsora pinitorqua* (Uredinales). *Trav. Lab. For. Toulouse* 4, 6(2), 8 s.
- Hausbeck, M.K.; Pennypacker, S.P. 1991. Influence of grower activity and disease incidence on concentrations of airborne conidia of *Botrytis cinerea* among Geranium stock plants. *Plant Disease* 75: 798–803.
- Kurkela, T. 1973. Epiphytology of *Melampsora*-rusts of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and aspen (*Populus tremula* L.). *Commun. Inst. For. Fenn.* 79(4), 68 s.
- Kurkela, T. 1975. Incidence of snow blight of Scots pine as affected by fertilization and some environmental factors. *Seloste: Lannoituksen ja eräiden ympäristötekijäin vaikutuksesta männyn tainten lumikaristeisuuteen. Commun. Inst. For. Fenn.* 85(2), 35s
- Kurkela, T. 1993. Production and release of ascospores by *Phacidium infestans*, a snow blight fungus on Scots pine. *Julkaisussa: Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M.-L. (toim.) 1993. Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic factors. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 139–144.*
- Laflamme, G. & Blais, R. 1993. Pruning as a tool to control *Scleroderris* cancer. 6th Int. Congr. Plant Path., Abstracts (7.2.9).
- Lilja, A., Hietala, A. & Sen, R. 1993. Havupuiden lahojuuri- ja koivun versolaikautauti. *Julkaisussa: Kurkela, T. & Lipponen, K. (toim.) 1993. Metsänsuojelututkimuksen tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460: 5–12.*
- Lilja, S. 1980. Taimitarhan tärkeimmät sienituhot. *Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 35: 11–18.*
- Niemelä, P., Lindgren, M. & Uotila, A. 1992. The effect of stand density on the susceptibility of *Pinus sylvestris* to *Gremmeniella abietina*. *Scand. J. For. Res.* 7: 129–133.
- Uotila, A. 1985. Männynversosyövän leviämisestä tautipesäketä ympäröiviin terveisiin mäntyihin. *Silva Fennica* 19:17–20.



# Männyn taimien versosurma- alttiuden kasvukautinen vaihtelu

---

*Raija-Liisa Petäistö*

Männyn versosurman aiheuttajasienen ovat ensimmäisenä kuvannut Karsten (1884) ja taudin Brunchorst (1888). Yksityiskohtaista tietoa sienen kulusta isäntäkasvilla on saatu tutkimuksissa, joissa sienen tunkeutumista isäntäkasviinsa on seurattu mm. mikroskooppileikkeiden avulla (Lang and Schütt 1974, Siepmann 1972, Patton ym. 1984). Sienen on todettu valtaavan infektiokesänä ensin kuolleita solukkoja neulasten suojustupissa sekä silmusuomuissa, joita on silmussa ja edellisen vuoden vuosikasvaimessa lyhytversojen alapuolella. Myöhemmin talvella sieni tunkeutuu näiden kautta taimen eläviin solukoihin. Sieni etenee sen jälkeen keväällä nopeasti taimen nilassa aiheuttaen taudin tyypilliset oireet: neulasen tyven ruskettumisen, silmun pihkottumisen ja kuoleminen. On myös muita tunkeutumismahdollisuuksia.

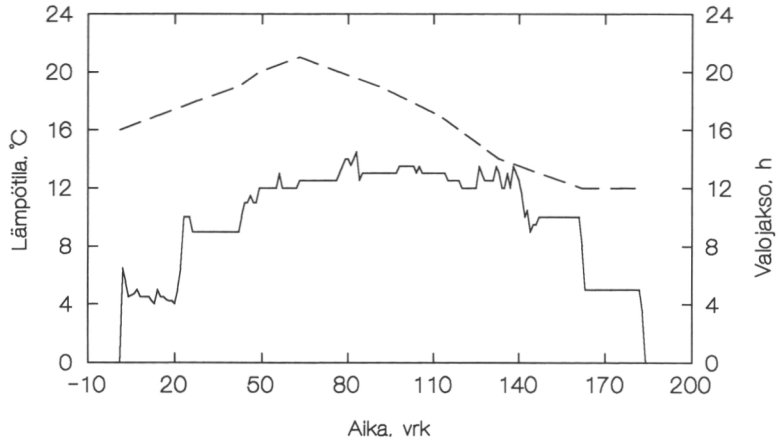
Taimien alttius kasvukauden eri vaiheissa on kiinnostava kysymys ajatellen taudin ennustettavuutta ja torjunnan kehittämistä (Petäistö ja Kurkela 1993). Tätä tutkittiin aluksi säädellyissä oloissa tehdyin kokein ja sitten luonnonoloissa.

Säädeltävissä kasvatustiloissa luotiin taudille suotuisat kasvukaudet, joissa kuitenkin erot tutkittavien eri käsittelyjen välillä tulisivat esiin, toisin sanoen kaikki taimet eivät sairastuisi. Lämpötilan ja päivän pituuden kulku kokeen aikana on esitetty kuvissa 1 ja 2. Koko kokeiden ajan huolehdittiin riittävästä kosteudesta. Taimet olivat 1- ja 2- vuotiaita männyn pottitaimia. Talviolosuhteet pyrittiin tekemään lumenalaisia olosuhteita vastaavaksi pitämällä lämpötila 0 °C ja huolehtimalla kosteudesta.

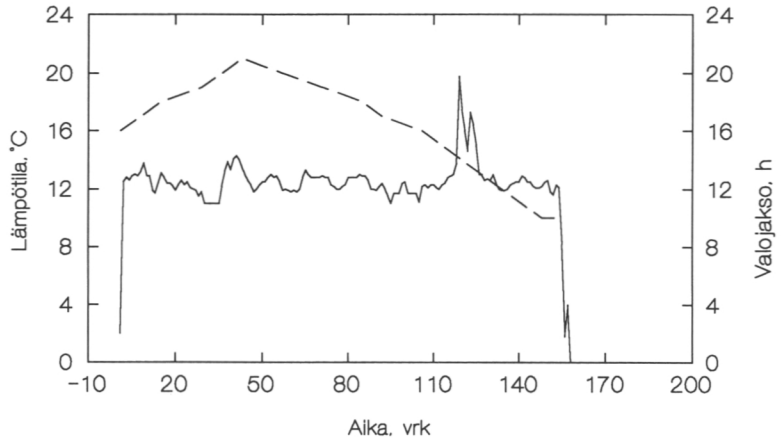
Kasvukauden eri vaiheissa taimet saastutettiin tiputtamalla niihin veteen laite:tuja surmakan itiöitä. Taudin oireiden esiintyminen tarkastettiin talven jälkeen keväällä (kuvat 3 ja 4).

Ulkona suoritettiin vastaavat kokeet. Taimet olivat muuten luonnonolosuhteissa, mutta kosteudesta huolehdittiin saastuttamisen jälkeen itiöiden itämisen varmistamiseksi (kuvat 5 ja 6). Saastutukset suoritettiin eri aikana kasvukautta ja oireiden esiintyminen tarkastettiin seuraavana keväänä (kuvat 7 ja 8).

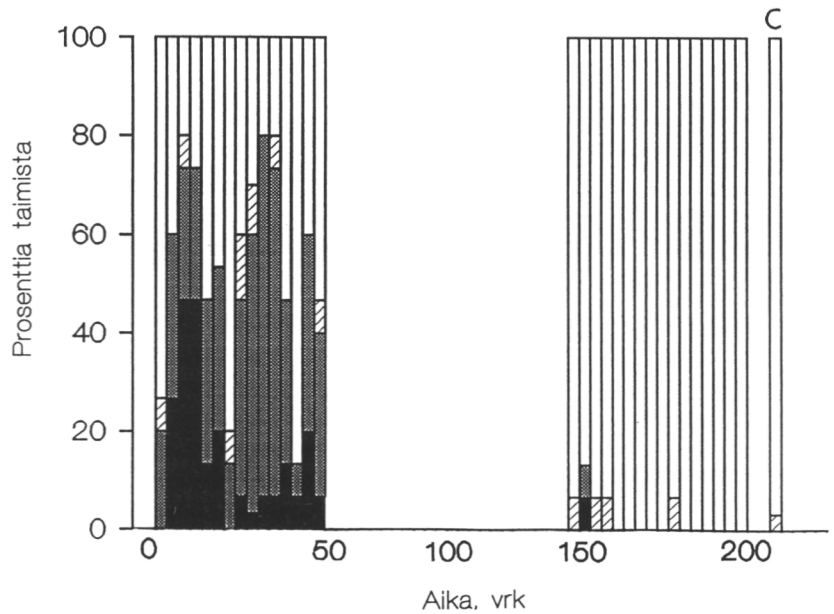
Kuva 1. Lämpötila (—) ja valojakson pituus (---) sisäkokeessa 1.



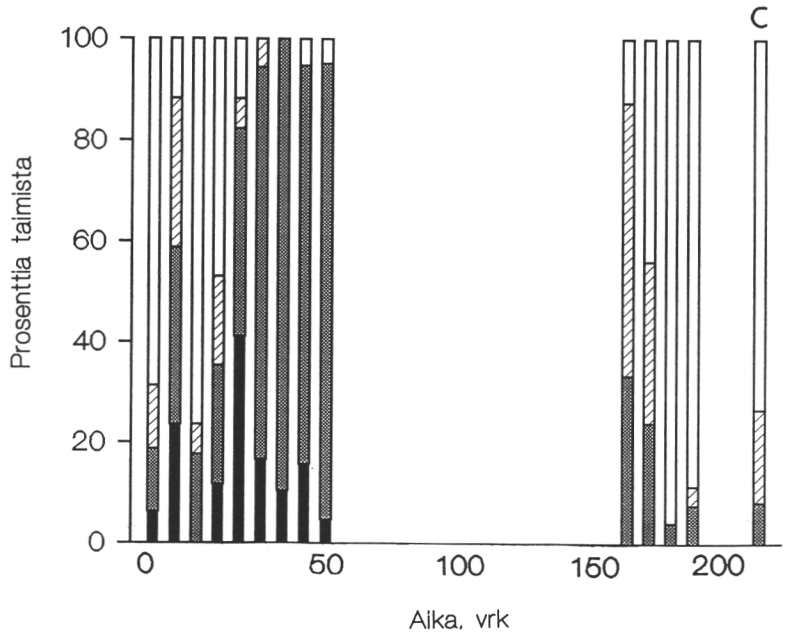
Kuva 2. Lämpötila (—) ja valojakson pituus (---) sisäkokeessa 2.



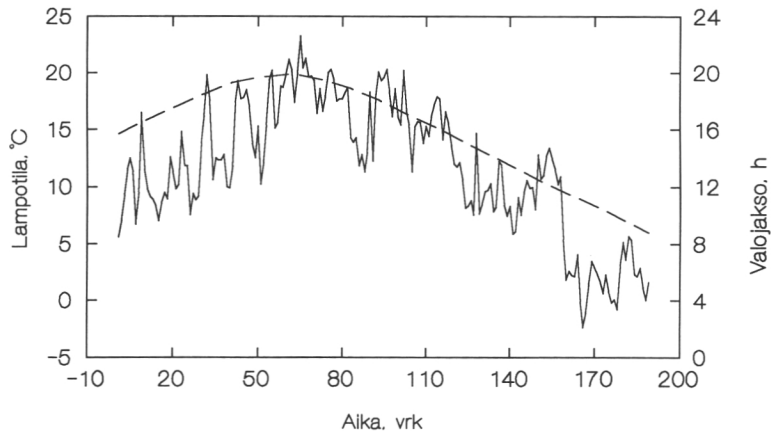
Kuva 3. Sisäkoel 1. Saastutettujen ja saastuttamattomien (=C) taimien kunto koekesä seuraavana keväänä. Kuolleitten (■), sairaiden (▣), heikentyneiden (▨) ja terveitten (□) taimien osuus. X-akseli kuvaa ajankohtaa, jolloin saastutus on suoritettu edellisellä kesänä ja on sama kuin kuvassa 1.



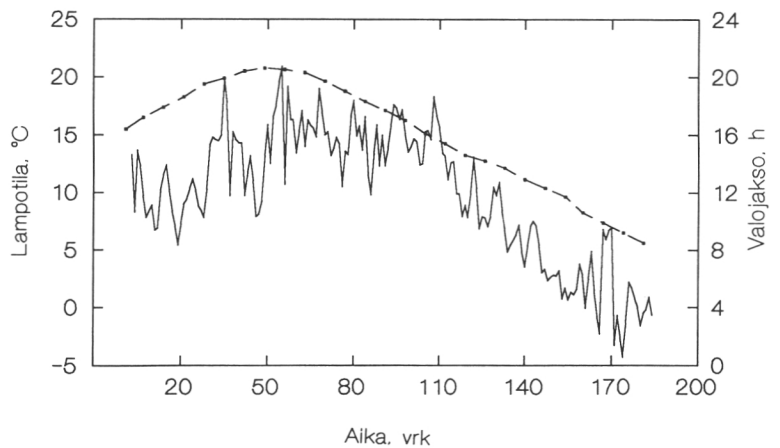
Kuva 4. Sisäkoe 2. Saastutettujen ja saastuttamattomien (=C) taimien kunto koeke-sää seuraavana ke-väänä. Kuolleitten (■), sairaiden (▣), heiken-tyneiden (▨) ja terveit-ten (□) taimien osuus. X-akseli kuvaa ajan-kohtaa, jolloin inoku-lointi on suoritettu edellisenä kesänä ja on sama kuin kuvassa 2.



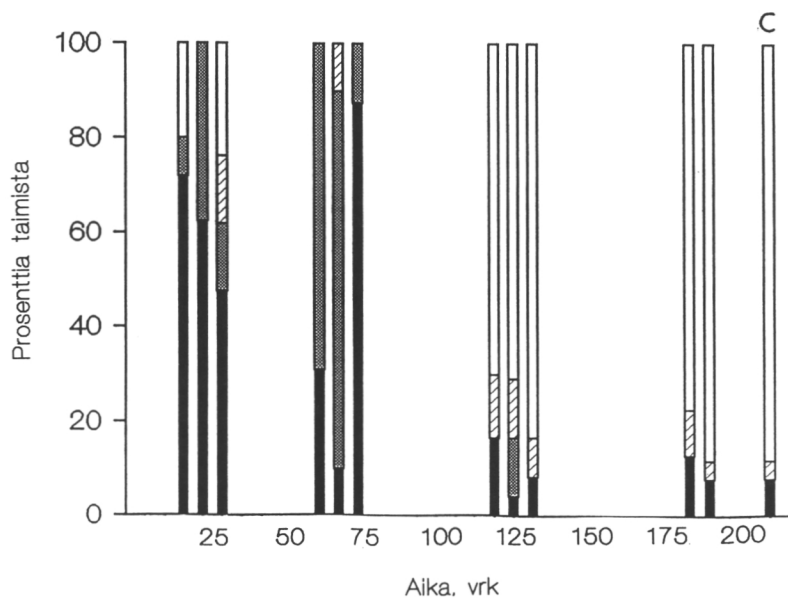
Kuva 5. Lämpötila (—) ja valojakson pituus (---) ulkoko-keessa 3.



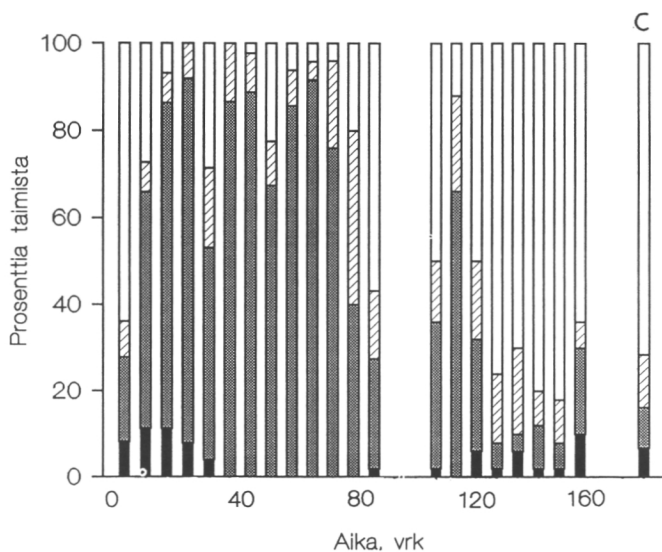
Kuva 6. Lämpötila (—) ja valojakson pituus (---) ulkoko-keessa 4.



Kuva 7. Ulkokoe 3. Saastutettujen ja saastuttamattomien (=C) taimien kunto koekesä seuraavana keväänä. Kuolleitten (■), sairaiden (▒), heikentyneiden (▨) ja terveitten (□) taimien osuus. X-akseli kuvaa ajankohtaa, jolloin inokulointi on suoritettu edellisenä kesänä ja on sama kuin kuvassa 5.



Kuva 8. Ulkokoe 4. Saastutettujen ja saastuttamattomien (=C) taimien kunto koekesä seuraavana keväänä. Kuolleitten (■), sairaiden (▒), heikentyneiden (▨) ja terveitten (□) taimien osuus. X-akseli kuvaa ajankohtaa, jolloin inokulointi on suoritettu edellisenä kesänä ja on sama kuin kuvassa 6.



Taulukko 1. Sairaiden (sairaat ja kuolleet) taimien osuus, inokulointi kasvukauden ensimmäisellä (A) ja kasvukauden toisella (B) puoliskolla sekä sairaiden taimien osuus (C) kontrollissa. Sisäkokeet 1 ja 2. Ulkokokeet 3 ja 4. Keskiarvo ja keskiarvon keskiarvo (suluissa).

	Sisäkoe 1.	Sisäkoe 2.	Ulkokoe 3.	Ulkokoe 4.
A	51.2 (5.40)	66.4 (11.47)	88.7 (6.27)	75.4 (6.74)
B	0.4 (0.42)	17.3 (6.86)	13.8 (1.99)	27.0 (5.81)
C	0.0	8.3	7.8	16.2

Kasvukauden ensimmäisellä puoliskolla tehty saastutus tuotti huomattavasti enemmän sairaita taimia kuin kasvukauden toisella puoliskolla tehty saastutus (taulukko 1). Onko sairastuminen luonnossa aina yksiselitteisesti edellä mainitunlainen: alkukesällä tapahtunut saastutus tuottaa enemmän sairautta? – Surmakka kestää huonosti korkeita lämpötiloja. Keinoalustalla rihmaston on todettu kestävän paremmin lyhytaikaisia korkeita lämpötiloja kuin pitempiä jaksoja vähän alhaisempia lämpötiloja (Blenis ym. 1984). Kasvunopeus testattuna keinoalustalla väheni jyrkästi 18°C korkeammissa lämpötiloissa ja kasvu loppui 30°C jälkeen (Sletten 1971). Kasvukauden lämpötilat vaikuttavat siis sienien etenemiseen. Itiöiden levintä tapahtuu sateiden yhteydessä ja sienien itiöt tarvitsevat itämiseen kosteutta. Liikkeellä olevien itiöiden määrä vaihtelee vuosittain. Sairauden esiintymisrunsaus riippuu myös itiöiden määrästä. Mm. näistä seikoista johtuen erilaisten kasvukausien jälkeen tilanne voi olla hyvin erilainen.

Taimiin kohdistuvat ympäristöolosuhteiden aiheuttamat stressit voivat myös muuttaa edellä kuvattua sairastumisalttiuden kulua: kasvukauden alkuvaiheessa tapahtunut saastutus tuottaa huomattavasti enemmän sairautta kuin sen loppupuolella tehty saastutus. Lievien hallowien mahdollista vaikutusta taimien sairastumisalttiuteen testattiin erillisillä kokeilla.

Taimien kylmänkestävyys testattiin ensiksi impedanssiin pohjautuvalla menetelmällä (Repo ja Pelkonen 1986). Saadun tiedon perusteella valittiin hallan voimakkuudeksi lämpötila, joka ei vielä aiheuttanut silminhavaittavia merkkejä taimiin. Hallakäsittelyt toteutettiin ryhmälle taimia kasvukauden alussa ja toiselle ryhmälle kasvukauden lopussa. Hallakäsittelyn yhteydessä taimet saastutettiin surmakan itiöillä. Lisäksi osa keväällä hallakäsittelyn saaneita taimia saastutettiin vasta syksyllä ja vastaavasti osa syksyn hallakäsittelyn saaneita ennakkoon jo keväällä. Seuraavana keväänä tarkastettiin taimien sairastuneisuus.

Syksyllä tehty hallakäsittely lisäsi huomattavasti taimien sairastumisalttiutta. Kevään hallalla ei näissä kokeissa ollut huomattavaa vaikutusta samanaikaisesti tehdyn saastuttamisen tulokseen

Taulukko 2. Keväällä tehdyn kylmästressin (A) ja syksyllä tehdyn kylmästressin (B) vaikutus taudin esiintymiseen taimissa sisäkokeessa ja ulkokokeessa. Ryhmässä "saastutus, ilman kylmästressiä" suluissa olevat numerot ovat tulosstressin kanssa samanaikaisesti tehdystä saastuttamisesta, luvut ilman sulkuja ovat tulos saastuttamisista, jotka on tehty samalla kasvukauden puoliskolla (katso taulukko 1).

	Sisäkoe		Ulkokoe	
	Taimien lukumäärä	Sairaiden osuus, %	Taimien lukumäärä	Sairaiden osuus, %
A)				
Kontrolli				
- ilman kylmästressiä	60	0	74	16.2
- kylmästressi	15	0	49	18.4
Saastutus				
- ilman kylmästressiä	240 (15)	52.8 (80.0)	509 (44)	74.5 (68.2)
- ennen kylmästressiä	15	53.3	49	89.8
- kylmästressin jälkeen	15	46.6	-	-
- syksyllä kylmästressin jälkeen	15	20.0	47	55.3
B)				
Kontrolli				
- ilman kylmästressiä	60	0.0	74	16.2
- kylmästressi	15	6.7	50	20.0
Saastutus				
- ilman kylmästressiä	240 (15)	0.4 (0.0)	501 (50)	27.2 (36.0)
- ennen kylmästressiä	15	60.0	49	85.7
- kylmästressin jälkeen	15	26.7	-	-
- keväällä ennen kylmästressiä	15	80.0	46	82.6

(taulukko 2). Sensijaan kevään halla näytti lisäävän jonkin verran syksyllä tehdyn saastutuksen vaikutusta. Halla on siten huomionarvoinen tekijä tautitilannetta ennustettaessa ja myös taudin torjuntaa suunniteltaessa.

Kuivuus on taimia stressaava tilanne ja joidenkin tautien on havaittu iskeytyvän helpommin kuivuudesta kärsiviin kasveihin. Erillisellä kokeella testattiin, lisääkö kuivuusstressi ('koulintastressi') taimien alttiutta sairastua versosurmaan. Taimet irroitettiin paakuistaan, juurista pestiin kasvualusta pois ja taimet altistettiin valolle ja 32°C lämpötilalle 15 minuutin ajaksi. Tämän jälkeen taimet koulittiin uudelleen paakkuunsa. Koulintakäsittelyjä suoritettiin eri aikoina syksyä, mutta taimet saastutettiin samanaikaisesti myöhäissyksyllä. Taimien sairastuneisuus tarkastettiin keväällä.

Syksyn kuivuusstressillä ei näyttänyt olevan vaikutusta taimien sairastumisalttiuteen, mutta se heikensi huomattavasti juurten kasvuunlähtöä keväällä.

Luonnossa tapahtuva itiölevintä on sairastumista ennakoitaessa tärkeässä asemassa. Nevalainen (1985) on selvittänyt parin vuoden aikana Suomessa tapahtuvaa itiölevintää. Kuromien levintä oli runsaimmillaan touko-kesäkuussa ja koteloitiöiden heinä-elokuussa. Kuromaitiölevintä tapahtuu lähinnä sateiden sattuessa (Nevalainen 1985, Bergdahl 1984). Itiömäärällä on merkitystä sairastumisen runsauteen (Hudler ym. 1983, Barklund 1988).

Tulokset taimien suuremmasta alttiudesta kasvukauden ensimmäisellä puoliskolla on saatu yksi- ja kaksivuotiailla taimilla. Sensijaan ei vielä tunneta, miten taimen sairastumisalttius vaihtelee ensimmäisenä kasvukautena. Tällä hetkellä Suomenjoella on menossa koe ensimmäisen kasvukauden taimilla.

Hamnede (1980) on verrannut Ruotsissa syksyllä tehdyn saatuksen vaikutusta yksi- ja kaksivuotisiin taimiin. Ensimmäisen kasvukauden taimet olivat alttiimpia surmakalle kuin toisen kasvukauden taimet. Lisäksi ensimmäisen kasvukauden taimista aikaisin kylvetyt sairastuivat herkemmin kuin myöhemmin kylvetyt.

## Kirjallisuus

- Barklund, P. 1988. Infection experiments with *Gremmeniella abietina* on seedlings of Norway spruce and Scots pine. Eur. J. For. Path. 18:409–420.
- Bergdahl, D. R. and Ward, T. M. 1984. Pruning as a silvicultural tool in the management of *Pinus resinosa* infected with *Gremmeniella abietina*. Proc. Scleroderris canker of conifers. Int. Symp. Syracuse, USA, June 21–24, 1983. (Ed. Manion, P.D.), ss. 217–225.
- Blenis, P.V.; Patton, R. F. and Spear, R. N. 1984. Effect of temperature on the ability of *Gremmeniella abietina* to survive and to colonize host tissue. Eur. J. For. Path. 14:153–164.
- Brunchorst, J. 1888. Über eine neue verheerende Krankheit der Schwarzföhre. Bergens Museums Aarsberetning, VI 1887:1–16 (de.)
- Hamnede, M. 1980. Inokulering av tall med *Gremmeniella abietina*: en metodstudie. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig genetik och växtfysiologi. International Rapport nr. 15. 58 p.
- Hudler, G. W.; Knudsen, G. R. and Beale, M. A. 1983. Dose-response relationships of five conifers to infection by conidia of *Gremmeniella abietina*. Plant Disease 67:192–194.
- Karsten, P. A. 1884. Fragmenta mycologia XIV–XVI. Hedwigia 23: 57–63.
- Lang, K. J. and Schütt, P. 1974. Anatomische Untersuchungen zur Infektionsbiologie von *Scleroderris lagerbergii* Gr. [*Brunchorstia pinea* (Karst.) von Höhn.]. Eur. J. For. Path. 4: 166–174.
- Nevalainen, S. 1985. Versosyövän aiheuttajan itiölevintä. Metsäntutkimuslaitos, Suomenjoen tutkimusasema. Taimitarhapäivä 12.9. 1985. Esitelmät. Moniste.
- Patton, R.F.; Spear, R. N. and Blenis, P. V. 1984. The mode of infection and early stages of colonization of pines by *Gremmeniella abietina*. Eur. J. For. Path. 14:193–202.
- Petäistö, R.-L. and Kurkela, T. 1993. The susceptibility of Scots pine seedlings to *Gremmeniella abietina*: effect of growth phase, cold and drought stress. Eur. J. For. Path. 23:385–399.
- Repo, T. & Pelkonen, P. 1986. Temperature step response of dehardening in *Pinus sylvestris* seedlings. Scand. J. For. Res. 1:271–284

- Siepmann, R. 1972. Zur Fruchtkörperbildung und zum Infektionsverlauf bei *Scleroderris lagerbergii*-Befall an Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arnold). Forstwiss. Cbl. 91:153–160.
- Sletten, A. 1971. Infection biology and chemical control of *Scleroderris lagerbergii* Gremmen on *Pinus sylvestris* L. Medd. Norske Skogforsøkssv. 29, 113–134.

# Koivun versolaikku taimitarhalla

---

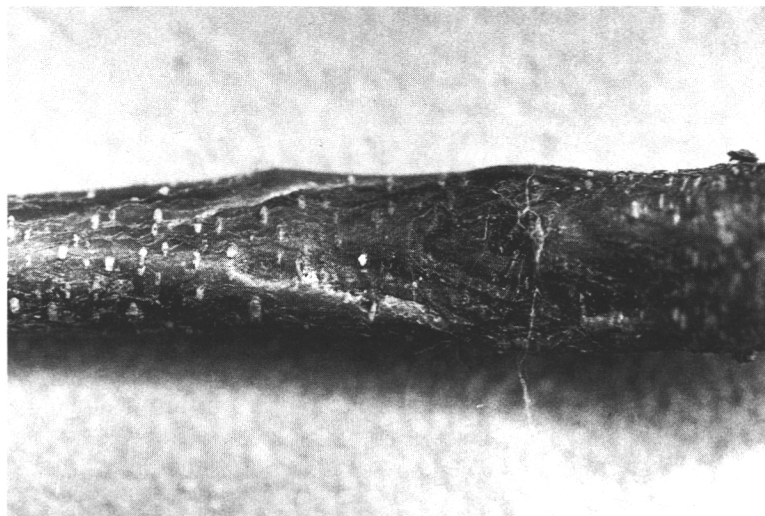
*Arja Lilja ja Ari Hietala*

## **Phytophthora cactorum**

Versolaikut ovat aina olleet ongelma koivun kasvatuksessa. Laikkuja on esiintynyt sekä raudus- että hieskoivuilla (*Betula pendula* Roth ja *B. pubescens* Ehrh.). Kesällä 1991 metsäntutkimuslaitokselle tuli kolmelta eri taimitarhalla ensimmäiset versolaikkuiset näytetaimet, joista laikun kohdalta saatiin eristettyä *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schroer sieni. Tämä leväsieni tunnetaan ennestään omenapuilla kuorimädän aiheuttajana (Tahvonen 1976). Mansikalla sen on Suomessa ensikerran todettu aiheuttaneen tyvi- ja nahkamätää kesällä 1990 (Parikka 1991).

Koivulla *P. cactorum* sienin aiheuttamat ruskeat laikut (kuva 1) ovat tyypillisesti verson alaosassa ja usein laikkuja saattaa olla aivan maan rajassa (Lilja ym. 1993). Taimilla, jotka ovat olleet

Kuva 1. *Phytophthora cactorum*-sienin aiheuttama laikku koivun rungossa.



alttiita roiskevedelle laikkuja saattaa syntyä myös verson yläosaan ja lehtiin. Joillain taimilla on ollut versolaikkujen lisäksi yksittäisiä laikkuja myös juurissa, joista tämä sieni on eristetty. Sientä on myös eristetty lahojuuristen taimien juurista, joilla ei ole ollut tummia laikkuja versossa, vaan juurten huono kunto on ilmennyt taimien eriasteisena nuutumisenä.

## Patogeenisuuskokeet

Alustavissa ulkona tehdyissä patogeenisuuskokeissa, joissa sientä on ympätty yksivuotiaitten rauduskoivujen runkoon eri ajankohtina, loppukesällä suoritettujen ympäykset ovat aiheuttaneet nopeimmin leviävän infektion. Saastutuksia on tehty sekä kuorenrikkoihin että vahingoittumattomaan verson pintaan. (Lilja ym. 1993). Yli puoleen eli 60 prosenttiin taimista, joihin sieni tartutettiin ehjään kuoren pintaan, syntyi kahdessa viikossa laikkuja. Haavaan tehty ympäys johti aina laaja-alaisen laikun syntyyn.

Toisessa kokeessa, jossa viotettuihin kloonattuihin taimiin tartutettiin *P. cactorum* sientä aikaisin keväällä ennen lehtien puhkeamista, taimiin syntyi laikku ensimmäisenä kesänä, mutta ne näyttivät kasvavan normaalisti. Seuraavana keväänä taimiin puhkesi lehdet, mutta kesäkuun loppuun mennessä, laikun levittyä rungon ympäri, lehdet ruskettuivat ja verso kuoli laikun yläpuolelta.

## Muita versolaikkuja aiheuttavia sieniä

Aiemmin tunnettuja versolaikkuja aiheuttavia sieniä ovat mm. *Godronia multispora* Groves ja useat taimipolteen aiheuttajat kuten *Fusarium*- ja *Alternaria*-lajit sekä harmaahomeen aiheuttaja *Botrytis cinerea* Pers. ex Nocca & Balb (Kurkela 1974, Petäistö 1983, Lilja ym. 1993).

Petäistön (1983) tutkimuksessa päätellään, että *Godronia*-sienisaastunta vaatii mekaanisen vioituksen. Voidaankin sanoa, että tyypillistä useimmille sienille on, että ne eivät pysty tunkeutumaan terveeseen solukkoon. Sienet tunkeutuvat kasveihin, haavojen, hankautumien, tuholaisten syöntijälkien ja pakkasvioletusten kautta. Ne valloittavat kuolleita kasvosia ja kasvavat niistä edelleen terveeseen osaan. Esim. *Fusarium*- ja *Alternaria*- sienet olivat yleisiä kaskaiden munintaviilloissa, joiden ympärille syntyy sienten vaikutuksesta ruskeita laikkuja.

Tiheissä kasvustoissa harmaahome tappaa oksia ja latvoja ja aiheuttaa laikkuja sekä koivun lehtiin että runkoon varsinkin loppukesällä. Kuolleisiin taimiin ja kuolleisiin kasvosiiin muodostuu myöhemmin sienen muodostamia kovia rihmastopakkoja, jotka ovat sienten kestoasteita.

## Kirjallisuus

- Juutinen, P., Kurkela, T. & Lilja, S. 1976. Ruohokaskas *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun taimien vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta. Summary: *Cicadella viridis* (L.), as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi. *Folia Forestalia* 284:1–12.
- Kurkela, T. 1974. *Godronia multispora* Groves (Helotiales) and its pathogenicity to *Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh. *Karstenia* 14:33–45.
- Lilja, A., Hietala, A. & Sen, R. 1993. Havupuiden lahojuuri- ja koivun versolaik-kutauti. Julkaisussa: Metsäntutkimuksen tuloksia. Metsäntutkimuspäivä Vantaalla. s. 5–12. Toim. T. Kurkela & K. Lipponen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 460.
- Parikka, P. 1991. Mikä on mansikan nahkamätä? *Kasvinsuojelulehti* 24,1:17–20.
- Petäistö, R-L. 1983. Rauduskoivun versolaikut taimitarhalla. Abstract: Stem spotting of birch (*Betula pendula*) in nurseries. *Folia Forestalia* 544:1–9.
- Tahvonen, R. 1976. Uusi omenapuun tauti aiheuttanut tuhoja Suomessa. *Koetointa ja Käytäntö* 33,3:11.



# Myyrien ja hyönteisten aiheuttamat sieni-infektiot koivun taimien uhkana

*Heikki Henttonen, Arja Lilja ja Jukka Niemimaa*

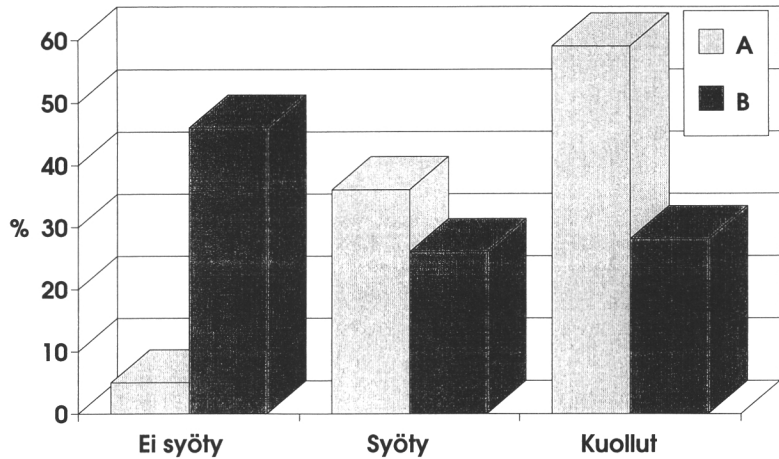
Istutuksen jälkeen koivun taimia uhkaavat myyrät, hirvet ja hyönteiset. Varsinkin puutteellisen heinäntorjunnan jälkeen myyrät ja kaskaat ovat todennäköisiä tuhonaiheuttajia. Välittömän tuhon lisäksi piilevät, pitemmän ajan kuluessa ilmaantuvat seurausvaikutukset ovat mahdollisia. Esittelemme tässä kirjoituksessa tuloksiamme myyrien ja kaskaiden lievistä vikuutuksista taimiin levinneistä sieni-infektioista, joilla saattaa olla merkitystä lahon synnyssä koivuissa erityisesti peltojen metsityksessä.

## Myyrät

Peltojen metsityksen suurimpia yksittäisiä ongelmia ovat myyrätuho kaikkinne seurausvaikutuksineen. Myyrätuhojen voimakkuus vaihtelee peltokohtaisesti täystuhosta lievempään vikuutukseen. Esimerkinomaisesti voidaan kuitenkin sanoa, että jos taimista on välittömästi kuollut kolmannes, joko katkaistu tai kaluttu ympäri, niin lievemmin vahingoitettuja taimia löytyy saman verran. Välitön tuho on suurin vastaperustetuissa taimikoissa, joissa taimien tyviläpimitta voi olla niin pieni, että myyrät pystyvät jopa katkomaan taimet, ja ainakin helposti kaluamaan tyven ympäri. Vuotta paria vanhemmassa taimikossa välitön tuho jää pienemmäksi, mutta kaluamajäljet ovat hyvä sisäänpääsytie sienille, jolloin piilevät pitkäaikaisvaikutukset voivat olla yllätyksellisiä.

Esimerkkinä eriaikaisen myyränsyöntien jakautumisesta koivutaimikoissa on tuloksemme kahdesta Metsänjalostussäätiön perustamasta laajasta koivukokeesta (kuva 1). Myyrät söivät taimia Uus-Rusissa ensimmäisen maastokauden lopulla ja sen jälkeisenä talvena ja Ranta-Heikkilässä (koe 1184) toisen maastokauden lopulla ja seuraavana talvena. Molemmissa tapauksissa taimet olivat jo sen verran paksuja, ettei pystyyn katkottuja taimia juurikaan ollut. Kuolleet taimet olivat tuhoutuneet etupäässä sen takia, että myyrien kaluamajälki ulottui taimen ympäri. Lievempi syön-

Kuva 1. Koivun taimien jakautuminen eri asteisiin tuholuokkiin myyränsyönnin jäljiltä kahdessa kokeessa: Syöty tarkoittaa tuhoa, jossa syönte ei ole ulottunut koko verson ympäri ja taimi on hengissä. A = Leivonmäki, B = Hartola (ks. Taulukko 1).



nös sen sijaan kylestyy vuodessa parissa, ja sen jälkeen vain tyvellä näkyvä koro paljastaa tälläisen vanhan syönnöksen. Kuinka hyvin tällaiset korot on erilaisissa tarkastuksissa osattu tulkita myyrätuhoiksi? Kokemuksen mukaan ei kovin hyvin. Mutta koska lievemmistäkin syönnöksistä on koivulle haittaa, pitäisi ne ilman muuta laskea mukaan myyrätuhoihin. Näin menetellen myyrätuhojen merkitys on varmasti suurempi kuin aiemmin on arvioitu.

Olemme useissa kokeissa seuranneet myyränsyönnin vaikutusta rauduskoivun taimien kasvuun ja kehitykseen. Nämä mittaukset julkaistaan muualla; tässä kirjoituksessa keskitymme sieninfektioihin. Kuten jo edellä totesimme, myyränsyönte tarjoaa sienille oivan sisäänpääsytien ohi kuoren antaman suojan. Sieninfektio näkyy usein syöntikohdasta alkavana värivikana ja koron muodostumisena. Nuorissa taimissa värivika saattaa edetä pystysuunnassa yli puoli metriä ensimmäisinä vuosina.

Paitsi, että pelkkä värivikakin (kova laho) alentaa puun laatua, saattaa vikaisuus mikrobilajiston muutoksen myötä johtaa ajan oloon selvään pehmeään lahoon. Ensiharvennusköivökoissa on viime aikoina havaittu paljon lahoja puita, mikä saattaa johtua taimikkovaiheen kuorenrikoista, joita muiden tekijöiden ohella myyrät ovat aiheuttaneet syönnillään.

Olemme tehneet sienieristyskokeita taimista, joissa on vuoden, parin takainen, ja yhdessä kokeessa edellistalvinen myyränsyönnös. Eristys tehtiin värivian ylä- ja alapuolelta, sekä keskeltä syönnöstä. Yleensä kaikista saman taimen eristyspaloista saatiin eristettyä samoja sienilajeja, mikä osoittaa sienien leviävän pystysuunnassa sekä ylös- että alaspäin. Eristetyt sienet ja paikkakunnat, joista taimet oli kerätty, on esitetty taulukossa 1. Tuhoajankohta ja näytteiden keräysaika on esitetty taulukkokotekstissä. Aika tuhon ajankohdasta näytteiden keräykseen vaihteli muutamasta kuukaudesta vuoteen tai kahteen.

Huomattava tulos tekemässämme tutkimuksessa oli, että nyt

Taulukko 1. Joutsasta, Leivonmäeltä, Somerolta ja Hartolasta kerätyistä peltomyyrän vahingoittamista taimista eristetyt sienet (%). Someron näytteissä osassa on mekaaninen vaurio. Joutsa: tuho kesällä 1988 ja talvella 1988–89, näytteiden keräys 1990 (päivämäärä taulukossa); Leivonmäki: tuho kesällä 1988 ja talvella 1988–89, näytteiden keräys 1990; Somero: tuho kesällä 1988 ja talvella 1988–89, näytteiden keräys 1990; Hartola: tuho talvella 1990–91, näytteiden keräys 1991.

Sieni Fungus	Joutsa 22.5. myyrän syönti V	Joutsa 11.9. myyrän syönti V	Leivonm. 22.5. myyrän syönti V	Leivonm. 11.9. myyrän syönti V	Somero 17.9. myyrän syönti V	Somero 17.9. muu syy M	Hartola 5.7. myyrän syönti V
<i>Absidia</i> sp.						1.9	
<i>Alternaria alternata</i>	8.7						17.2
<i>Aureobasidium pullulans</i>	4.3			3.8			
<i>Botrytis cinerea</i>		10.0	7.1		5.2	1.9	6.9
<i>Ceratocystis</i> spp.					15.8	3.7	
<i>Cladosporium herbarum</i>	8.7	10.0	7.1		10.5	5.6	17.2
<i>Cryosporium</i> sp.						3.7	
<i>Epicoccum purpurascens</i>	4.3						17.2
<i>Fusarium avenaceum</i>	13.0	60.0		19.2			
<i>F. culmorum</i>				3.8	7.8	1.9	24.1
<i>Godronia</i> sp.	8.7	30.0	42.9	50.0	18.4	3.7	13.8
<i>Libertella</i> sp.	8.7			3.8			
<i>Mucor</i> sp.	4.3						
<i>Phialaphora</i> sp.					2.6		
<i>Phoma</i> sp.							17.2
<i>Rhinocladiella</i> sp.						1.9	
<i>Rhizopus</i> sp.		50.0	21.4				
<i>Sclerophoma pithyophila</i>	4.3			3.8		1.9	31.0
<i>Trichosporon</i> sp.	26.1			7.7			
<i>Ulocladium</i> sp.	8.7	50.0	21.4				
Spaeropsidales				7.7			3.4
Basidiomycetes	8.7	10.0			5.2	1.9	
bakteereja	8.7	30.0	21.4	11.5	31.5	51.9	
hiivoja			14.3				24.1
tunnistamaton mikrobi	8.7			7.7			
infektoitumaton	39.1		14.3	34.6	14.2	20.2	3.4
N	23	10	18	14	38	54	29

tutkituista nuorista koivuista eristettiin myyränsyönneistä myös kantasieniä, jotka saattavat aiheuttaa rusko- ja valkolahoa. Aiemmin on kuviteltu, että varsinaiset lahottajat kuuluvat vasta myöhempään vaiheeseen puiden lahoproessin mikrobisuksessiossa. Lisäksi monet eristämämme sienet aiheuttavat katkolahoa. Mie-

lenkiintoista on myös, että esim. *Fusarium*- ja *Godronia*-sieniä esiintyi Hartolan näytteissä jo muutama kuukausi myyränsyönnin jälkeen.

Osittain näistä myyränsyöntilaukuista saatiin eristettyä samoja sieniä kuin kaskasvioletuksista, kuten *Fusarium*- ja *Alternaria*-sukuun kuuluvia lajeja (Juutinen ym. 1976), mutta yleisesti ottaen sienilajiston koostumus vaihtelee suuresti eri paikkakunnilta kerättyjen näytteiden välillä. Leivonmäeltä kerätyissä näytteissä *Godronia sp.* sieni oli yleinen, joskin sitä esiintyi jonkin verran kaikissa näytteissä. Kurkelan (1974) tutkimuksessa tämä sieni teki runkoon koroja, joista se pystyttiin eristämään vielä kahden vuoden kuluttua siitä, kun sieni oli ympäröity koivun runkoihin; nuorten puiden puolustusreaktiot estivät kuitenkin sienien leviämisen ko-roa laajemmalle. Infektoitumattomien myyränsyöntien osuus vaihteli nollassa ja 39 prosentin välillä näytteenkeruupaikasta ja -ajasta riippuen.

Puuaineen värjäytyminen voi johtua paitsi mikrobeista myös puun puolustusreaktioista. Yleensä voidaan olettaa, että mikäli värivika on levinnyt infektiokohdasta vain alle parin sentin, kysymys on puolustusreaktioiden aiheuttamista värimuutoksista. Voimakkaimmillaan puiden puolustusreaktiot ovat kasvukauden aikana. Koivuja karsittaessa lepoaikana karsitut puut saavat voimakkaimman värivian. Toisaalta syksy on aikaa, jolloin ilmassa on paljon mm. sinistäjäsiementen itiöitä ja riittävästi kosteutta itiöiden itämiseen.

Puuta suojaavan kuoren vaurioituessa puu tuottaa mikrobeille haitallisia aineita ja muodostaa rakenteita, joiden tarkoituksena on eristää vaurioitunut alue terveestä puusta. Puun rakenne antaa sienille paremmat mahdollisuudet edetä pituus- kuin sivusuunnassa. Usein lahovika (värivika) ei leviä myöhemmin syntyneisiin vuosirenkaiseihin, vaikka se leviäisi nopeasti pystysuunnassa. Tämä ei kuitenkaan ole sääntö ilman poikkeusta, vaan sienilajista ja puun elinvoimaisuudesta riippuen vika voi levitä myös sivusuunnassa vaurion kylestäneen puuosan yli. On siis todennäköistä, että ainakin osassa lahoja koivikoita myyränsyönnissä on ollut lahovian alku.

## **Ruohokaskas**

Ruohokaskas vioittaa loppukesällä koivun taimia. Muniessaan naaras sahaa munanasettimella kuoreen n. 4 mm pituisen hieman kaarevan raon. Näitten rakojen kautta useat sienet pääsevät tunkeutumaan koivun kuorisolukkoon. Osassa taimia, munintaraosta lähtenyt, sienitartunnan synnyttämä laikku levisi taimen ympäri aiheuttaen taimen kuoleman (Juutinen ym. 1976). Villinä rehottava heinikko, jossa ei ole tehty minkäänlaista torjuntaa, suo ruohokaskaille erinomaisen mahdollisuuden päästä munimaan koivun taimien rungolle. Heinien kemiallinen torjunta on tehokkain torjuntakeino, mutta jopa riittävä heinäys vähentää kaskaiden osuudesta taimelle.

## Tukkimiehentäi

Metsänistutusalalla, jossa oli kuusen jälkeen istutettu koivua, esiintyi rungoissa runsaasti tukkimiehentäin syöntijälkiä, joihin oli tullut sienitartunta. Osalla taimista sienten aiheuttama laikku oli levinnyt pitkälle rungon ympärille ja taimet olivat taittuneet laikun kohdalta (kuva 2).

## Kirjallisuus

Kuva 2. Tukkimiehentäin syöntijäljestä levinnyt sieni-infektio on aiheuttanut koivun taimen katkeamisen.

Juutinen, P., Kurkela, T. & Lilja, S. 1976. Ruohokaskas *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun taimien vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta. Summary: *Cicadella viridis* (L.), as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi. *Folia Forestalia* 284:112.

Kurkela, T. 1964. *Godronia multispora* Groves (Helotiales) and its pathogenicity to *Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh. *Karstenia* 14:33–45.





# Hirvet vaurioiden aiheuttajana

---

*Risto Heikkilä*

Hirvet tuhoavat yleensä 0.5–2.5 m korkuisia männyn- ja koivun- taimia oksia syömällä ja latvoja katkomalla. Kun pääranka katkeaa alemmaa kuin latvakasvaimesta tai kun katkenta toistuu, seuraa jonkinasteinen pysyvä vika. Männyssä alemmaa kuin kolmannesta pääangan kasvaimesta katkennut taimi on tuhoutunut. Koivulla tehdyssä tutkimuksessa, jossa taimet katkottiin ylimmästä tai toiseksi ylimmästä latvakasvaimesta, alempi katkos, jossa rungon läpimitta oli yli 1 cm, aiheutti jyrkkiä runkomutkia ja katkaisukohta kylesty huonosti.

Kaikki katkaistut koivut olivat kuitenkin kolmen vuoden kuluttua katkaisusta lähes yhtä pitkiä kuin katkaisemattomat taimet. Männyllä pituus- ja läpimitan kasvu aleni pysyvästi, mikäli katkontakohta oli kolmatta latvakasvainta alempana.

Koivun puolustusreaktiot sieniä vastaan ovat rajoittuneemmat kuin pihkaa erittävällä männyllä. Väri viat olivat koivulla katkontakohdissa yleisiä ja katkoksista, joista väri vika oli levinnyt runkoon eristettiin sinistymistä aiheuttavia sienilajeja. Kantasieniä, jotka saattavat aiheuttaa rusko- tai valkolahoa eristettiin 30 %:sta näytteitä.

Latvakasvaimen kohdalla tehty katkos, jonka läpimitta oli alle 8 mm, ei ollut niin haitallinen kuin alemmaa rungon paksummasta osasta tehty taitos. Katkontakohdat olivat kylestyneet hyvin ja syntyneet runkomutkat olivat lieviä. Myös toisen kasvaimen katkeamiskohdasta lähtevä väri- ja mahdollinen lahovika etenee aluksi pituussuunnassa.

Väri viat eivät olleet vielä levinneet myöhemmin syntyneeseen puuainekseen. Vikojen leviämisestä tai rajoittumisesta alkuperäiseen vauriokohtaan saadaan varmuus käynnissä olevien kokeiden jatkotarkastuksissa, samoin kuin vikojen vaikutuksesta vanerin saantoon.

Vikojä voidaan estää suojaamalla taimikot. Niitä voidaan vähentää kiinnittämällä erityistä huomiota vikaantuneiden puiden poistamiseen ensiharvennuksissa. On huomattava, että puuainekseen jääneestä viasta monesti vain osa on tällöin enää näkyvissä.

## **Kirjallisuus**

Heikkilä, R. & Löyttyniemi, K. 1992. The effect of simulated moose damage on young Scots pines. *Silva Fennica* 26(1): 19–26.

Heikkilä, R., Lilja, A. & Härkönen, S. 1993. Rauduskoivuntaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen. *Folia Forestalia*. 809. 10s.

# Torjunta-aineista taimitarhalla

---

*Sakari Lilja*

Taimitarhojen tuotantomäärät ovat viime aikoina jonkin verran alentuneet. Kasvattavien puulajien suhteet ovat muuttuneet siten, että männyn osuus on vähentynyt ja kuusen sekä koivun osuudet lisääntyneet. Paakkutaimien suhteellinen osuus on kasvanut. Avomaalle koulitun, paljasjuurisen männyn kasvattaminen on vähentynyt jyrkästi. Kun tällä aikaisemmin yleisellä taimilajilla on perinteisesti ollut eniten kasvinsuojelutoimien tarvetta lähinnä haitallisten kasvitautien torjunnan vuoksi, merkitsee tuotannon väheneminen näiltä osin torjunta-aineiden käyttötarpeen vähenemistä. Samaan suuntaan vaikuttaa myös paakkutaimien myötä tullut kasvatusaikojen lyhentymisen, talvehtimiskertojen väheneminen ja turpeen yleistymisen kasvualustana. On kuitenkin aiheellista korostaa, että mänty on edelleen mukana ja että koivun taimilla on ilmennyt osittain uusiakin ongelmia jo aikaisemmin tunnettujen lisäksi. Välittömien ja kasvintuhoojiin suoranaisesti kohdistuvien torjuntatoimien selvittämisen ohella tulisi erilaisten kasvatusmenetelmien merkitystä taimien terveydelle tutkia nykyistä enemmän.

Ennen käyttöön hyväksymistä uudet torjunta-aineet joutuvat ennakkotarkastukseen, jossa arvioidaan mm. niiden tehoa, käyttökelpoisuutta ja käytön turvallisuutta ihmisen ja ympäristön kannalta. Taimitarhoille ennakkotarkastukseen jätetyistä uusista torjunta-aineista useimmat ovat rikkakasvien torjuntaan tarkoitettuja valmisteita. Niistä monille on haettu myös käyttöä heinän ja muun pintakasvillisuuden torjuntaan uudistusaloille joko ennakkotorjuntaan tai viljelyn jälkeen. Taimitarhoilla on nykyisin puutetta riittävän valikoivista ja teholtaan hyväksyttävistä rikkakasvien torjunta-aineista, etenkin kuusen ja koivun kasvatukseen sopivista. Nopeaa muuttumista tähän tilanteeseen ei ole odotettavissa.

## Kasvitaudit

Versosyvän (versosurman) torjuntaan on tämän vuoden puolella monivaiheisten kokeilujen ja viranomaiskäsitteilyjen jälkeen hyväksytty klorotaloniilivalmiste, Bravo 500. Sen teho versosyvän torjunnassa on ollut hyvä ja verrattuna muihin kokeissa olleisiin valmisteisiin se on ollut poikkeuksetta luotettavin.

Kokeissa on todettu (Petäistö 1993) että männyn taimet ovat erityisen alttiita tartunnalle alkukesällä. Taudin puhkeaminen on kuitenkin riippuvainen myös muista tekijöistä, mm. ilman kosteudesta sekä taudinaiheuttajan itiölevinnästä. Kemiallisen torjunnan kokeissa eri taimitarhoilla on teholtaan riittäväillä fungisideilla saatu hyviä tuloksia loppukesälle ja alkusyksyyn sijoitetuilla käsitteilyillä (Lilja 1986). Nykyinen klorotaloniilin käyttöohje on laadittu tältä pohjalta. Torjunnan tarvetta ja ajoittamista on mahdollista tarkentaa itiölevinnän paikallisella seurannalla. Siihen ei kuitenkaan vielä nykyisellään liene yleisesti mahdollisuuksia.

Männynkaristeen torjunnassa manebia tehoaineena sisältävät valmisteet ovat edelleen käytössä. Samaan tarkoitukseen on äskettäin hyväksytty myös edellä mainittu Bravo 500. Lisäksi kokeissa on mukana uusina vaihtoehtoina tebukonatsoli- (Folikur), anilatsiini- (Dyrene) sekä tebukonatsolia ja triadimenolia sisältävä valmiste (Matador). Myös niillä on saatu hyviä tuloksia, joten mahdollisen hyväksynnän jälkeen niillä voidaan korvata manebin käyttöä, jos niin halutaan.

Koivunruosteen ja männynversoruosteen torjunnassa on edelleen käytössä triadimefoni (Bayleton 25) eikä ongelmia, esim. kestävien ruostekantojen muodossa, ole toistaiseksi ilmennyt. Kokeissa on lisäksi tebukonatsoli- (Folikur) ja propikonatsoli- (Tilt 250 EC) valmisteet.

Lumikaristeen torjunnassa on ollut epävarmuutta ja ongelmialanteita sen jälkeen kun kvintotseeni- valmisteen (Avicol) markkinointi lopetettiin. Tähänastisten kokeiden perusteella on käytännölle suositeltu propikonatsoli- (Tilt 250 EC) ja tiofanaatti-metyyli- (Topsin M) valmisteita. Lopulliset lisäykset kyseisten aineiden käyttöohjeisiin tullaan tekemään lähiaikoina. Lumikaristeen torjuntakokeissa on edellisten lisäksi ollut mukana myös bitertanoli (Baykor) ja vinklotsoliini (Ronilan). Tilt 250 EC:n kanssa samaa tehoainetta sisältävä, mutta muotoilultaan poikkeava valmiste, Tilt GL, on myös jätetty kokeiltavaksi versosyvän ja lumikaristeen torjuntaan.

## Tuhoeläimet

Tukkimiehentäin torjuntaan hyväksytyjen aineiden valikoimassa ei viime aikoina ole tapahtunut muutoksia. Synteettisistä pyretriodeista ovat permetriini (Ambush, F-permetriini, Gori 920), sypermetriini (Ripcord) ja deltametriini (Decis EC 25) edelleen käytet-

tävissä. Uutena torjunnan ajoituksen vaihtoehtona on hyväksytty taimikohtainen käsittely tarvittaessa myös istutuksen jälkeen sellaisella levitystekniikalla, jolla torjunta-aine pystytään hyvin suuntaamaan taimien tyviosaan. Menetelmä on toistaiseksi hyväksytty vasta deltametriini-valmisteelle, mutta sama lisäys tulee myös muiden pyretroidien käyttöohjeisiin sitä mukaa kuin ne tulevat torjunta-ainelautakunnan uusintakäsittelyyn. Uudemmissa pyretroideista ovat kokeissa olleet alfametriini (Fastac) ja lamda-syhalotriini (Karate EW). Niillä ei näytä aikaisempiin verrattuna olevan merkittäviä etuja tukkimiehentäin torjunnassa. Fastac hyväksyttäneen myyntiin vielä tämän vuoden puolella.

Myyrä- hirvituhojen estämiseksi on tehty alustavia kokeita PW vilttskydd -nimisellä valmisteella. Sen tehoaineina on erilaisia kasviuutteita, jotka toimivat hajukarkotteena eläimille.

## Rikkakasvit

Taimitarhakäyttöön teholtaan ja valikoivuudeltaan hyvin soveltuvien rikkakasvien torjunta-aineiden valikoima on nykyisellään vähäinen. Varsinkin kuusen kasvustoihin soveltuvien aineiden valikoima huononi ratkaisevasti sen jäkeen kun aikaisemmin yleisesti käytetyn atratsiinin (Gesaprim 50) markkinointi lopetettiin. Vaihtoehtona on lähinnä terbutylatsiini (Gardoprim-neste), joka on hyväksytty rikkakasvien torjuntaan sekä kuusen että männyn koulinta-aloilla. Sen valikoivuus kuusella on kuitenkin huonompi kuin atratsiinin ja lisäksi teho eräisiin taimitarhan rikkakasveihin puutteellinen. Männyn koulinta-aloilla on mahdollista käyttää myös heksatsinonia (Velpar L). Rikkojen torjuntaan kylvökeseän kasvustoista ei nykyisin ole hyväksytyjä aineita markkinoilla.

Tänä vuonna on taimitarhakokeissa ollut seuraavia herbisidejä: metamitroni (Goltix), metabentstiatsuroni (Tribunil), fluatsifoppi-P-butyylä (Fusilade 2000) ja primisulfuron (Tell 75 WG). Goltix on hyväksytty meillä rikkakasvien torjuntaan sokerijuurikas- ja punajuurikas- sekä mansikkaviljelyksillä, Tribunil istukassipuliviljelyksillä, Fusilade 2000 heinämaiden rikkakasvien torjuntaan monilla viljelykasveilla. Tell 75 WG on kokeiluvaiheessa oleva pienannosherbisidi, jossa mahdollisen tulevan käytön painopiste on heinäntorjunnassa metsänviljelyaloilla. Edellisten lisäksi kokeissa on ollut useita glyfosaattivalmisteita, jotka ovat Roundup'in kaltaisia tai ainakin tehon ja valikoivuuden osalta lähellä sitä. Ne on tarkoitettu ensisijaisesti haitallisen pintakasvillisuuden torjuntaan uudistusaloille, mutta voidaan käyttää taimitarhan kesantoaloilla ja mahdollisesti havupuiden kasvustoissa niiden riittävän puutumisen jälkeen. Uudet glyfosaattivalmisteet poikkeavat toisistaan tehoainepitoisuuksiltaan ja formuloinniltaan. Nestemäisten valmisteiden ohella mukana on yksi jauhemainen ja yksi pieniksi rakeiksi muotoiltu valmiste. Molemmat kuitenkin levitetään veteen sekoitettuna ruiskutteenä.

Maksasammal tunnetaan haitallisena rikkakasvina etenkin kasvihuoneissa ja paakkutaimikasvatuksissa. Sateisina kasvukausina se on aiheuttanut ongelmia paikoin myös avomaalla. Kemialliseen torjuntaan hyvin soveltuvia herbisidejä ei meillä ole käytettävissä. Maksasammalta on torjuttu myös muilla menetelmillä kuten kasvualustan hiekkapeitolla, kastelun sääntelyllä ja taimitarhan yleisellä hygienialla, mutta niiden teho ei aina ole ollut riittävä. Tänä kesänä on alustavissa kokeissa ollut quinclamiini -valmiste (Mogeton). Sen teho maksasammaleeseen on ollut hyvä, samoin valikoivuus kasvatettaville puiden taimille.

## **Kirjallisuus**

- Lilja, S. 1986. Disease and pest problems on *Pinus sylvestris* nurseries in Finland. Bulletin OEPP / EPPO Bulletin 16: 561–564.
- Petäistö, R-L. 1994. Männyntaimien versosurma-alttiuden kasvukautinen vaihtelu. Julkaisussa: Taimitarhapäivät Suonenjoen tutkimusasemalla 17.–18.8.1993, s. 113.

# Torjunta-aineille altistumisen tutkiminen

---

*Juhani Kangas ja Leo Tervo*

Suomessa käytetään torjunta-aineita 1500–2000 tonnia vuodessa laskettuna tehoaineena. Määrällisesti eniten käytetään herbisidejä ja suurin käyttö on maataloudessa. Työntekijöitä altistuu Suomessa torjunta-aineille noin 170 000, joista viljelijöitä on 50 000–60 000, kasvihuonetyöntekijöitä lähes 20 000. Metsätaimitarhoilla ja metsässä torjunta-aineille altistuvien määrä on alle 1000. Pisimmät altistusajat ovat kasvihuonetyöntekijöillä ja metsätaimitarhoilla. Ammattitauti- ja tapaturmailmoituksia torjunta-aineille altistumisen seurauksena tulee vuosittain muutamia tapauksia. Ammattitautirekisteriin ilmoitettiin vuosina 1982–1991 kaikkiaan 79 ammattitautitapausta, joiden syynä oli altistuminen torjunta-aineille. Uusimmat tapaukset olivat kasvihuone- tai maataloustyöstä sekä metsätalouden toimialalta. Tavallisia oireita olivat toksinen ihottuma, päänsärky, pahoinvointi ja huimaus. Aiheuttajia olivat muun muassa klooratut fenoksihapot, ditiokarbamaatit ja orgaaniset fosforiyhdisteet.

Torjunta-aineille altistumista voi tapahtua hengitysteitse sekä ihon että ruuansulatuskanavan kautta. Iho on usein merkittävä altistumisen kohde varsinkin nestemäisten torjunta-ainevalmisteiden käsittelyssä.

Altistumista hengitysteitse tutkitaan keräämällä kannettavan pumpun avulla ilmanäyte työntekijän hengitysvyöhykkeeltä membranisuodattimelle tai kiinteään adsorbenttiin. Ihon kautta tapahtuvaa altistumista arvioidaan ns. lapputestien ja käsienpesunäytteiden avulla. Lapputestissä suojavaatteen päälle ja ihoa vasten kiinnitetään eri puolille kehoa 10 cm x 10 cm kokoisia selluloosalappuja. Niiden avulla saadaan tieto suojavaatteen kontaminoinemisesta ja torjunta-aineen penetroitumisesta suojavaatteen läpi. Käsienpesunäytteet otetaan torjunta-ainetyön jälkeen, jolloin kädet pestään 100 ml:lla vettä tai etanolia. Tulosten perusteella voidaan arvioida altistuminen ihon kautta ja suojavaatetuksen tarkoituksenmukaisuus. Määrittämällä jäämäpitoisuuksia kasvu-tossa voidaan myös arvioida ihon kautta altistumisriskiä. Kuopion

aluetyöterveyslaitoksessa tehdyissä tutkimuksissa on todettu useissa tapauksissa erittäin hyvä korrelaatio kasvuston jäämätitoisuuksiin ja ihoaltistumisen välillä.

Torjunta-aineille altistumista voidaan parhaiten arvioida biologisella monitoroinnilla. Siinä määritetään työpäivän jälkeen otetuista työntekijän virtsa- ja verinäytteistä tehoaineen tai sen metaboliitin pitoisuus, josta voidaan arvioida elimistöön joutuneen torjunta-aineen määrää ja työntekijän altistumista. Joissain tapauksissa voidaan verestä mitata torjunta-aineen vaikutusta elimistössä kuten koliiniesteraasientsyymien aktiivisuuden laskua veressä organofosforiyhdisteille altistumisen seurauksena.

Ditiokarbamaatteja käytetään metsätaimitarhoilla säännöllisesti kesäaikaan männyn karistetaudin torjuntaan. Aikaisemmin tavallisimmin käytetty tuote on manebin ruiskutejauhe, jonka tehoainepitoisuus on noin 80 %. Nykyisin on käytössä myös muita valmisteita, esim. Bravo. Manebissa esiintyy epäpuhtautena etyleenitioureaa (ETU) ja maneb metaboloituu myös elimistössä osittain etyleenitioureaksi.

Työntekijöiden altistumista manebille on selvitetty useissa tutkimuksissa. Alla oleva taulukko on laskettu Tervon ym. vuonna 1991 julkaisemista tuloksista, jotka ovat varsin samanlaisia myös muissa julkaistuissa tutkimuksissa.

Taulukko 1. Työntekijöiden altistuminen manebille havupuuntaimien ruiskutuksen aikana.

Altistumismittaukset	Ka	Vaihteluväli	N
Ilma			
– hengitysvyöhyke	0,03 mg m <sup>-3</sup>	<0,02–0,08 mg m <sup>-3</sup>	10
– punnituspaikka	0,08 "	0,03–4,0 "	10
Vaatteiden likaantuminen	0,4 mg h <sup>-1</sup>	0,2–0,6 mg h <sup>-1</sup>	20
ETU-työntekijöiden virtsassa	126 ng mmol <sup>-1</sup> kreatiniinia	50–281 ng mmol <sup>-1</sup> kreatiniinia	35

Kaikissa tutkimuksissa ilmapitoisuudet ovat olleet pieniä samoin kuin ETU-pitoisuudet työntekijöiden virtsassa. Etyleenitioureaa on ollut mitattavissa työntekijöiden virtsanäytteissä vielä useita päiviä ruiskutustyön jälkeen. Vaatteiden likaantuminen nousee selvästi, mikäli ruiskua joudutaan korjaamaan työn aikana.

Lindaanin käyttökiellon jälkeen on synteettisten pyretroidien käyttö yleistynyt tukkimiehentäin torjunnassa. Näistä permetriini on varsin yleisesti käytetty insektisidi.

Työntekijöiden altistumista permetriinille selvitettiin Suonen-

joen tutkimusasemalla uudentyyppisen taimitarhalla käytetyn paak-  
kutaimien ruiskutuslaitteiston testauksen yhteydessä.

Työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä mitatut permetriinipitoi-  
suudet ruiskutusten aikana olivat alhaiset (alle 0,01–0,02 mg m<sup>-3</sup>).  
Torjunta-aineen laimennuksien aikana mitattiin selvästi korkeam-  
pia permetriinipitoisuuksia sekä kiinteistä mittauspisteistä (0,14  
mg m<sup>-3</sup>) että hengitysvyöhykkeeltä (0,02 mg m<sup>-3</sup>) (taulukko 2).

Taulukko 2. Ilman permetriinipitoisuus (µg m<sup>-3</sup>) hengitysvyöhykkeellä (hv, n=5)  
ja kiinteissä näytteenottopisteissä (kp, n=3) torjunta-aineliuoksen valmistami-  
sen ja paakkutaimien ruiskutuksen yhteydessä.

mittauspiste	permetriinipitoisuus (µg m <sup>-3</sup> )		
	keskiarvo	vaihteluväli	n
1. työntekijä A (hv)	5,3	-0,4–23,7	5
2. työntekijä B (hv)	2,2	-0,4–7,7	5
3. liuoksen valmistaminen (kp)	64,5	23,7–137,5	3
4. ruiskutustunnelin syöttöpuoli (kp)	<0,5	-	3
5. kuljettimen takaosa (kp)	<0,5	-	3
6. ruiskutettujen taimien kuljetus hihna (kp)	<0,5	-	3

Lappunäyttein mitattu työvaatteiden kontaminoituminen oli liu-  
oksen valmistaneella työntekijällä 0,23–4,3 mg cm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup> ja taimien  
käsittelyä ja laitteiston huoltotyötä tehneellä 0,32–0,60 mg  
cm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>. Korkeimmat kontaminaatioarvot mitattiin torjunta-aine-  
liuoksen valmistamisen ja ruiskutustunnelin korjauksen yhteydes-  
sä. Tuolloin työvaatteen läpi mennyt torjunta-ainemäärä oli 31 ja  
44 % ulkopinnalle tulleen torjunta-aineen määrästä. Lapputestein  
mitattu ihon kautta tapahtuva altistuminen jäi pieneksi. Altistumi-  
sen vähäisyyttä osoitti myös cis- ja trans-permetriinin aineenvaihi-  
duntatuotteiden määrät virtsassa, jotka kaikki jäivät alle määrittys-  
rajan.

Mitattu työntekijöiden altistuminen sekä manebille että permet-  
riinille todettiin tehdyissä tutkimuksissa vähäiseksi. Tämä johtuu  
huomattavissa osin hyvästä henkilökohtaisesta suojautumisesta ja  
hygieniasta, jota työssä noudatettiin. Suojavaatetuksen ja käsien  
kontaminoituminen molemmissa tapauksissa osoittaa, että asian-  
mukainen suojautuminen torjunta-ainetyössä metsätaimitarhoilla  
onkin tarpeen.

Näissä tutkimuksissa käytettyjä jauhemaisia valmisteita lai-  
mennettaessa olisi suositeltavaa käyttää hengityksensuojainta.  
Sopiva hengityksensuojain on puolinaamari, jossa on vaihdettava  
suodatin (luokka P2). Jauhemaisten valmisteiden raekokoa suu-  
rentamalla pölyäminen laimennusvaiheessa vähenisi. Jauheet voi-

daan pakata vedessä liukeneviin pakkauksiin tai valmistusvaiheessa torjunta-ainepartikkelit päällystää ohuella kalvolla, jolloin myös laimennusvaiheen pölyäminen loppuisi. Kauppavalmisteen muuttaminen liuosmuotoon vähentää altistumista laimennusvaiheessa.

## Kirjallisuus

- J. Kangas, J., Koskinen, A., & Husman, K. 1980. Exposure of Finnish forestry nursery workers to quintozone and maneb. In *Field worker exposure during pesticide application*, W.R. Tordois, E.A.H. van Heemstra (eds.), Elsevier, New York, 79–84.
- Kurtio, P. & Savolainen, K. 1990. Ethylenethiourea in air and in urine as an indicator of exposure to ethylenebisdithiocarbamate fungicides. *Scand. J. Work Environ. Health*, 16 203–207.
- Savolainen, K., Kurtio, P., Vartiainen, T. & Kangas, J. 1989. Ethylenethiourea as an indicator of exposure to ethylenebisdithiocarbamate fungicides. *Arch. Toxicol., Suppl.* 13 120–123.
- Tervo, L., Kangas, J. & Kurtio, P. 1991. A nursery sprayer with the recycling principle. *Scand. J. For. Res.*, 6 259–270.
- Tervo, L., Kangas, J., Kuikka, M. & Sarantila, R. 1992. Paakkutaimien käsittely taimitarhalla tukkimiehentäitä vastaan. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantaja* 146. Suonenjoki, 22 s.

# Tarvitaanko taimikaupassa viranomaismääräyksiä ja -valvontaa ?

---

*Hannu Kukkonen*

Taimituotantoon kohdistuvaa viranomaisvalvontaa on Suomessa harjoitettu 1970-luvun alkupuolelta lähtien. Metsähallitus, joka tuolloin päätti valtion varoin tehtävissä metsänparannustöissä käytettävien siementen ja taimien hinnoista, antoi lisäksi taimien laatua koskevia ohjeita ja tarkasti tuotettujen taimien laatua. Hintapäätökset samoin kuin laatuvaatimukset valmisteltiin siemen- ja taimineuvostossa, jossa oli viranomaisten ja tärkeimpien taimentuottajien edustajat. Ensimmäisenä neuvostossa laadittuna taimien lajitteeluohjeena valmistui vuonna 1972 koivun taimien kokoluokitus. Vuonna 1977 otettiin käyttöön männyn ja kuusen taimien kokoluokitus. Vaikka metsähallituksen määräykset koskivat vain valtion tukemia metsänviljelyitä, sovellettiin sekä taimien enimmäishintoja että laatuvaatimuksia käytännössä kaikessa taimikaupassa. Metsähallituksen suorittama valvonta kohdistui vain yksityismetsälouden organisaatioiden taimituotantoon.

Valtiontilintarkastajien kertomuksessa vuodelta 1974 kiinnitettiin huomiota metsäpuiden siementen ja taimien kauppaa koskevan lainsäädännön puuttumiseen. Ensisijainen huolenaihe ei kuitenkaan ollut taimituotanto vaan yksityismetsätalouden siemenhuolto, johon liittyviä ongelmia valtiontalouden tarkastusvirasto oli selvittänyt Siemen-Tapion toimintaan kohdistuvassa tarkastuksessaan.

Maa- ja metsätalousministeriö asetti vuonna 1977 toimikunnan valmistelemaan metsänviljelyaineiston kauppaa koskevaa lakia. Sen vuonna 1978 jättämään mietintöön pohjautuen tulivat vuoden 1980 alusta lukien voimaan laki metsänviljelyaineiston kaupasta ja sitä täydentävä maa- ja metsätalousministeriön päätös. Lainsäädännöllinen perusta taimituotannon viranomaisvalvonnalle oli näin luotu.

Lain keskeisiksi tavoitteiksi on sen perusteluissa katsottu metsänviljelyaineiston ostajan kuluttajansuojan parantaminen ja taimien laatutason kohottaminen. Keinot, joilla tavoitteisiin pyritään, ovat ostajille annettavien tietojen määrääminen, siementen

ja taimien laatuvaatimukset sekä metsänviljelyaineiston tuottajiin kohdistuva valvonta.

## **Taimituotannon viranomaisvalvonta vuosina 1980–93**

### *Valvonnan järjestelyt*

Metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan lain valvonta annettiin metsähallituksen tehtäväksi, ja sitä varten perustettiin silloiseen yksityismetsäin toimistoon ylitarkastajan virka. Valvontaa toteutettiin taimitarhoille keväisin tehtävien pistokoeluonteisten otanta-tarkastusten avulla, joissa vuosittain tarkastettiin useita kymmeniä taimieriä. Lisäksi syksyisin tehtiin tarkastuksia seuraavana keväänä myyntiin tulevien taimien laadun arvioimiseksi. Tarkastuksiin käytettiin vuosittain aikaa yhteensä 1,5–2 työkuukautta.

Yksityismetsätalouden hallinnonuudistuksen yhteydessä metsähallituksen yleismetsätalouden osasto lakkautettiin vuonna 1991 ja metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan lain valvonta siirtyi maa- ja metsätalousministeriölle. Taimien laadun tarkastukset järjestettiin tällöin uudelleen antamalla käytännön tarkastustehtävät viidelle sivutoimiselle eri puolilla maata toimivalle aluetarkastajalle. Itse tarkastustoiminta on säilynyt suunnilleen entisellään lukuunottamatta sitä, että syystarkastukset on lopetettu. Tarkastuksiin käytetty aika on muutosten myötä vähentynyt noin 1 työkuukauteen.

Metsäkeskusten tai metsälautakuntien käyttäminen apuna tarkastustoiminnassa on ollut periaatteessa mahdollista koko lain voimassaoloajan. Niiden harjoittaman taimituotannon on kuitenkin katsottu aiheuttavan jääviysongelman, jota toteutettu taimituotannon yhtiöittäminenkin ei kokonaan ole poistanut.

Siemen- ja taimituotannon valvonnan nykyiset järjestelyt on esitetty kuvassa 1. Metsäntutkimuslaitos, jolla ei ole taimituotantoon kohdistuvaa valvontatehtävää, antaa mm. lausunnot maahan-tuotavien taimien alkuperän sopivuudesta. Tullilaitos valvoo mahdollisten taimien tuontia koskevien kieltojen ja rajoitusten noudattamista. Metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan lain lisäksi valvotaan tuotavien ja maastavietävien taimien terveyttä myös kasvinsuojelusäännösten perusteella. Tästä valvonnasta huolehtii kasvintuotannon tarkastuskeskus.

### *Taimien laatua koskevat määräykset*

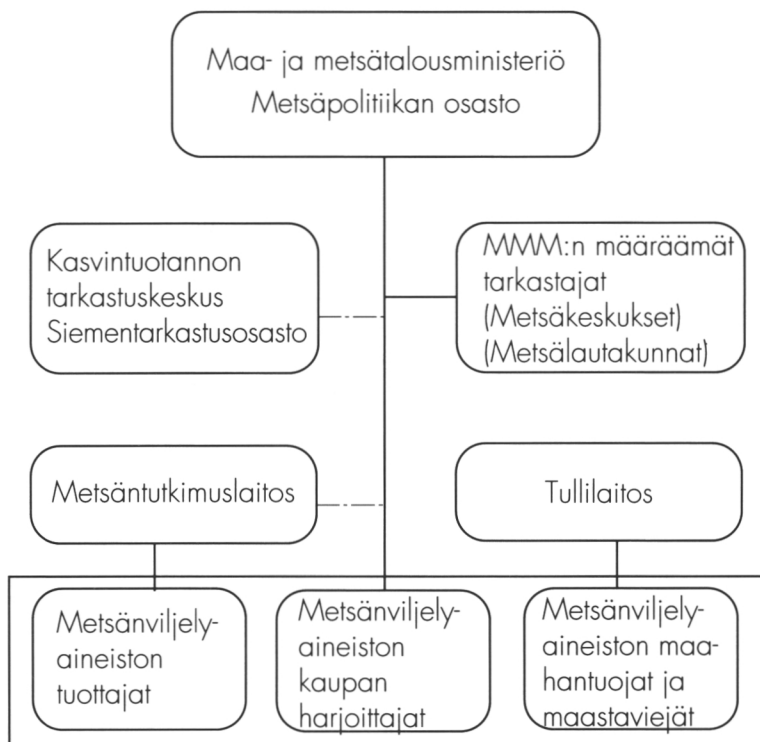
Erityisesti tarkastustoiminnan alkuvuosina taimissa esiintyi sellaisia vikoja ja puutteita, joiden vuoksi taimilajittelu pelkästään maa- ja metsätalousministeriön päätöksen laatuvaatimusten perusteella ei olisi riittävän hyvin onnistunut. Suurimmat ongelmat aiheutuivat taimien juuristojen mutkaisuudesta ja runsaana esiintyneistä

männyn taimien kasvuhäiriöistä, joiden aiheuttajaa ei tuolloin tunnettu. Poikkeukselliset hallatuhot aiheuttivat myös lajitteluvaikeuksia. Ministeriön päätös ei lisäksi sisältänyt mitään erityismääräyksiä paakkutaimille.

Laatuvaatimusten tulkintaongelmien vähentämiseksi metsähallitus antoi maa- ja metsätalousministeriön päätöstä täydentäviä taimien laatua ja lajittelua koskevia määräyksiä ja ohjeita. Paljasjuuristen taimien osalta määräyksiä annettiin vuosina 1983–86 ja 1988. Paakkutaimien laadusta annettiin aluksi suosituksia (vv.1983–85) kunnes vuonna 1988 tuli voimaan laatumääräys, joka sisälsi myös joitain suosituksia. Maa- ja metsätalousministeriön päätös uusittiin vuonna 1987, jolloin taimien laatuvaatimukseen tehtiin pienehköjä muutoksia. Viimeisimmässä, vuoden 1993 alusta voimaan tullessa ministeriön päätöksessä uudistettiin sekä paljasjuuristen että paakkutaimien kokoa koskevat määräykset ja täydennettiin aiemman päätöksen kasvullista lisäystä koskevia määräyksiä.

Taimien laatuun kohdistuvia viranomaismääräyksiä annettiin 1980-luvulla usein, jälkikäteen arvioituna ehkä turhankin usein, kun ottaa huomioon taimituotannon aikajänteen. Toisaalta on muistettava, että määräyksillä pyrittiin ja myös onnistuttiin yhtenäistämään taimilajittelua taimitarhoilla.

Kuva 1. Metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan lain valvonta Suomessa



## *Taimien laadun kehittyminen*

Taimien laadusta on vertailukelpoista tietoa pitkältä ajalta, sillä paljasjuuristen taimien laatutarkastukset on tehty lähes samanlaisella menettelyllä vuodesta 1984 saakka ja paakkutaimien tarkastukset vuodesta 1988 saakka. Tarkastustulosten perusteella taimien laatu näyttää selvästi parantuneen, erityisesti verrattuna toiminnan alkuvuosiin, jolloin jouduttiin vuosittain antamaan useita uudelleenlajittelukehotuksia. Viime keväänä tarkastettiin 90 taimierää, joista vain 2 erää oli lajiteltu huonosti. Vaikeimmaksi ongelmaksi ovat osoittautuneet erilaiset taimituhot (sienitaudit, kasvuhäiriöt), joiden vaivaamien taimierien lajittelussa on ollut puutteita vuosittain.

Taimien laadun parantumista selittää osaltaan taimituotannon rakenteen voimakas muutos 1980-luvulla paakkutaimien osuuden noustessa vuosikymmenen alun vajaasta kolmanneksesta kolmeen neljäsosaan koko tuotannosta. Siirryttäessä vaikeasti hallittavista avomaolosuhteista säädelymmissä muovihuoneolosuhteissa tapahtuvaan tuotantoon on samalla päästy eroon monista paljasjuurisille taimille tyypillisistä laatuongelmista. On kuitenkin todettava, että myös paljasjuuristen taimien kasvatuserämenetelmät ovat tänä aikana kehittyneet ja taimien laatu sitä kautta parantunut.

## **Viranomaismääräysten ja -valvonnan tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä**

Muutokset sekä taimien tuotantomenetelmissä että taimikaupan olosuhteissa voivat vaikuttaa sekä valvonnan että määräysten antamisen tarpeeseen. Seuraavassa on arvioitu joidenkin muutostekijöiden vaikutuksia.

Muovihuonekasvatuksen menetelmien kehittyessä voidaan tuotettujen taimierien laatua entistä paremmin ohjata ja mitata kasvatuksen eri vaiheissa, minkä voi odottaa johtavan mm. aiempaa tasakokoisempiin taimieriin. Tällainen tuotannon "standardisoituminen" vähentää taimien ulkoiseen laatuun kohdistuvien määräysten merkitystä. Taimien fysiologisten laadunmittausmenetelmien kehittyminen käytännön sovellutusten asteelle ei ole vielä näköpiirissä. Mikäli sellaisia menetelmiä saadaan kehitettyä, voi viranomaisvalvonnan luonne muuttua nykyisestä taimikohtaisesta tarkastelusta taimierän mukana annettavien fysiologisten laatu-tietojen laboratorioissa tapahtuviin tarkistuksiin.

Taimien tuottajien välinen kilpailutilanne vaikuttaa ainakin välillisesti viranomaisvalvonnan tarpeeseen. Kilpailun puuttuessa tai sen ollessa vähäistä taimentuottajien ei välttämättä tarvitse panostaa laatuun säilyttääkseen markkinaosuutensa. Tämä voi johtaa siihen, että taimien tuotannossa ja niiden lajittelussa pyritään vain vähimmäislaatuvaatimusten täyttämiseen, tai jopa niistäkin tinkimiseen mikäli taimista on puutetta. Kilpailun vähäys merkit-

see siten tehokkaamman viranomaisvalvonnan tarvetta. Kilpailun lisääntyminen puolestaan merkitsee laadun merkityksen korostumista kilpailutekijänä, mikä voi vähentää valvonnan tarvetta. Toisaalta on todettava, että kilpailun liiallinen kiristyminen voi johtaa laadusta tinkimiseen silloin, kun taimista on puutetta ja tehdyt tuotantosopimukset halutaan kuitenkin täyttää.

Taimien ostajien laatutietoisuus ja vaatimustaso vaikuttavat siihen, millaisia taimia tuottajien edellytetään kasvattavan, ja miten hyvin laatuvaatimusten noudattamista seurataan. Taimien pääasialliset loppukäyttäjät, yksityiset metsänomistajat, eivät läheskään aina ole tietoisia taimien laatuvaatimuksista. Ostajien laatutietoisuuden lisääntyminen pakottaa tuottajat kiinnittämään laatuun entistä enemmän huomiota ja vähentää viranomais määräysten ja -valvonnan tarvetta.

Mahdollinen EY:n jäsenyys merkinnee joka tapauksessa nykyisen taimien tuontia koskevan lupajärjestelmän purkamista. Tällöin Suomen taimimarkkinat avautuvat muissa EY:n jäsenmaissa kasvatetuille taimille, ja kilpailu voi lisääntyä. Viranomaisten nyt suorittaman tuontitaimien alkuperävalvonnan tilalle tulee taimien ostajien tai välittäjien itsensä suorittama valvonta.

Mikäli Suomi joutuu EY:n jäsenenä muuttamaan lainsäädäntönsä EY-säädösten mukaiseksi, tulee taimituotannon valvonta kotimaassa entistä enemmän kohdistumaan taimien alkuperätietojen oikeellisuuden valvontaan laadunvalvonnan merkityksen jäädessä vähäisemmäksi. EY:n taimituotantoa koskevia säädöksiä ollaan parhaillaan uudistamassa, joten EY-jäsenyyden vaikutusta viranomais määräyksiin ja -valvontaan ei vielä voida varmuudella tietää.

## Loppupäätelmät

Vastuu taimien laatuvaatimusten ja muiden taimikauppaa koskevien määräysten noudattamisesta on taimien tuottajilla ja myyjillä. Viranomaisvalvonnan keskeisenä tavoitteena on ollut ja tulee jatkossakin olla taimien lajittelun ohjaaminen ja yhdenmukaistaminen taimitarhoilla.

Taimien vastaanottajana toimii useimmissa tapauksissa paikallinen metsänhoitoyhdistys. Sen toimihenkilöiden tulee taimien ostajien edustajina varmistua taimien laadusta ja niiden alkuperän sopivuudesta sekä tarvittaessa tehdä taimien tuottajalle asianmukainen valitus ennen taimierien edelleen toimittamista.

Taimien ostajalle kuuluu periaatteessa samat tarkastusvelvollisuudet kuin metsänhoitoyhdistykselle ennen taimien istuttamiseen ryhtymistä. Kuten edellä on todettu, taimien ostajien edellytykset tällaisten tarkastusten tekemiseen ovat kuitenkin hyvin erilaiset.

Lopuksi on todettava, että vastaus esityksen otsikon kysymykseen – tarvitaanko viranomaisvalvontaa ja -määräyksiä – on viranomaisen näkökulmasta katsottuna, ei ehkä kovin yllätyksellisesti,

yksiselitteinen ”kyllä”. Sitä, miten yksityiskohtaisia ja mihin kohdistuvia määräyksiä annetaan ja miten niitä valvotaan, on harkittava kulloisenkin tilanteen mukaan. Määräysten ja valvonnan on kehityttävä samoin kuin taimituotantomentelmien, jotta metsänviljelyyn toimitettavien taimien laatu ja metsänviljelyn tulos paranee.

# Tarvitaanko taimikaupassa viranomaismääräyksiä ja -valvontaa?

---

*Taimituottajan kommentti*

*Marja Lindqvist*

Metsätaimien tuotanto oli vielä muutama vuosi sitten lähestulkoon suojattu ala. Taimituotannosta vastasivat keskustaimitarhat sovussa jaetuilla alueillaan. Ostajalla eli metsänomistajalla ja hänen edustajallaan metsänhoitoyhdistyksellä ei ollut valinnanvaraa taimikaupassa. Tuottajalla oli mahdollisuus käyttää hyväksi monopoliasemaansa, minkä takia viranomaisvalvonta oli perusteltua.

Tänään lautakuntien taimitarhat on yhtiöitetty kolmeksi ketjuksi. Maan taimikaupassa merkittäviä tekijöitä ovat lisäksi Metsähallitus ja Metsänjalostussäätiö. Voidaan sanoa, että tuottajan monopoliasema on vahvistunut. Lisäksi bisnes on koventunut: taimitarhojen on tehtävä tulosta, jotta taimiyhtiöt selviävät veloistaan ja vuokrastaan.

Kuvioita sotkevat valtion tuella synnytytetyt pientaimitarhat. Kilpailu on aina hyväksi, varsinkin pitkään suojattuna olleella alalla. Kilpailun reiluudesta voidaan toki olla montaa eri mieltä jo em. tukirahojen takia. Pienyritykset kirjavoittavat taimimarkkinoita eikä heidän mukaantulonsa varmasti ole vähentänyt valvonnan tarvetta. Omien kokemusteni perusteella taimitarkastajilla ei tosin ole aikaa käydä tarkastamassa pientuottajien taimia.

Mitä sitten valvotaan – eli valvonnan sisältö – on taas eri asia. Nyt taimitarkastajat, joihin minä olen törmännyt, ovat keskittyneet taimien laadun ja lajittelun tarkastamiseen. Tämä on varmasti oikea linja. Tarkastajalla, joka liikkuu usean taimitarhan alueella, on kokonaisnäkemys taimien laadun vaihtelusta. Yksi käynti vuotta ja tarhaa kohti on tosin aivan liian vähän, mikäli todella halutaan valvoa taimien laatua.

Kustannussyistä tarhakäyntejä ei ehkä voida lisätä. Sen takia ehdotan, että lisättäisiin ennaltaehkäisyä. Opastettaisiin tarhojen työnjohtoa ja henkilökuntaa lajittelemaan taimia oikein perustein, tunnistamaan tauteja piilevässä vaiheessa jne. Myös pientuottajille kurssitus on varmaan tervetullutta.

Viranomaismääräyksissä – tarkoitan MMM:n päätöstä metsänviljelyaineiston kaupasta 81533/92) – otetaan esille toimitettavien

taimien terveys ja elinvoimaisuus, jotka ovat hyvin olennaisia, etten sanoisi itsestään selviä kriteereitä myytävälle taimille.

Paakkutaimien osalta, joihin puheenvuorossani keskityn, tärkeä laatuun vaikuttava tekijä on kasvatustiheys. Männylle ja kuuselle määräysten maksimitiheys 1 600 kpl/m<sup>2</sup> on Etelä- ja Keski-Suomen oloissa kuitenkin niin suuri, ettei se missään tapauksessa rajoita taimien kasvatusta tiheässä. Pikemminkin, kun tuloksen tavoittelusta puhutaan, se kannustaa kasvattamaan mahdollisimman pienellä alalla mahdollisimman paljon taimia. Jos määräysten avulla halutaan edistää taimien elinvoimaisuutta ja terveyttä, niin tiheyttä pitäisi pudottaa reilusti, esim. 1 000 kappaleeseen neliöllä.

Käytännön toiminnassa taimitarhalla eniten työtä ja kustannuksia aiheuttavat myytävistä taimista ostajalle annettavien tietojen paljous ja yksityiskohtaisuus. Myyjän yhteystietojen lisäksi mielestäni olennaisia tietoja ovat vain puulaji, paakkutyyppe, lukumäärä ja pakkauspäivä. Näiden lisäksi alkuperä- ym. tiedot voitaisiin lyhyesti mainita tai kokonaan korvata taimierän numerolla.

Taimierän numero on tarhalla avain yksityiskohtaisempiin tietoihin koskien alkuperää, siemenen karistuserää, taimien kasvatusta jne. En näe mielekkäänä alkuperä- ja siemenen numerosarjojen lähettämistä joka laatikon mukaan, koska ne eivät kerro valituneellekaan metsänomistajalle yhtään mitään taimien soveltuvuudesta hänen istutusalueelleen.

Varmuuden vuoksi voitaisiin pykälissä todeta, että kaupan kohteena olevien taimien on oltava alueelle soveltuvaa alkuperää. Loppu olisi taimenkasvattajan – ja jossain määrin siemenen myyjän – vastuulla. Siemenen myyjän vastuuta korostan siksi, että usein käytännössä tarha tilaa ”sille ja sille alueelle” sopivaa siementä, jolloin alkuperämääräysten tulkinta jää siemenen myyjälle.

Taimierän mediaanipituuden mittauksiin perustuvan minimipituuden ilmoittaminen ostajalle on yksi taimitarhan elämää hankaloittavista uutuuksista. Paakkutaimet lähetetään usein niiden ollessa kasvussa, jolloin taimierää pitäisi mitata viikoittain. Taimien pituuden on todettu olevan huono laadun mittari. Pituus saattaa vaihdella taimierässä reunataimista keskelle jne, eikä esim. reunataimien tarvitse olla sen huonompia kuin keskeimmällä kasvaneiden.

Taimien kasvatusaika ja -paikka ovat myös käsittääkseni epäolennaisia tietoja. Lämmitetyissä kasvihuoneissa saadaan aikaan iältään yksivuotisia taimia, joiden kasvuaika vastaa kahta kasvukautta ulkona. Pitkänpäivän käsittelyllä taimien kasvatapaa voidaan muuttaa halutulla tavalla ja 1-vuotiaat taimet saadaan näyttämään 2-vuotiailta. Mielestäni tärkeintä on lopputulos, kestävä ja elinvoimainen ja hyvännäköinen taimi. Metsänomistajalle erilaiset koodisarjat iästä ja kasvatustavoista ovat yhtä lailla hebreaa kuin siemenen karistuseränkin tunnuksset. Jälleen taimierän numeron avulla tarkempaa tutkimusta harjoittava voi saada haluamansa tiedot kasvatuksesta tarhalta.

Naapurimaassamme Ruotsissa ei ole yksityiskohtaisia säännöksiä taimien laadusta tai niistä ostajalle annettavista tiedoista. Kui-

tenkin ilmeisesti kilpailuvalttina Skogvårdsstyrelsenin taimitarhoilta saa taimien mukana A4-arkillisen tuoteselostetta, jossa on kerrottu kylvöpäivästä lähtien kaikki mahdollinen taimista. Tämänpäiväisessä ylitarjontatilanteessa laadusta voi tulla kilpailutekijä meilläkin. Ehkä taimien tuottajat ihan vapaaehtoisesti alkavat esittää ostajalle erilaisia laatutodistuksia ja testituloksia taimista ja paperisodassa mennään ihan päinvastaiseen suuntaan minun esittämäni yksinkertaistuksen sijasta.



# Tarvitaanko taimikaupassa viranomaismääräyksiä ja -valvontaa

---

## *Taimituottajan kommentti*

*Juhani Mäkelä*

### **Miksi tarvitaan/tarvitaanko:**

- yhteiskunnassa valvotaan ja kontrolloidaan kaikkea mahdollista (alkoholi, videot ym.).
- kuluttajasuoja, viljelyn onnistuminen.
- tuottajan epärehellisyys/taloudellinen tulos (lyhyellä tähtäyksellä)?

### **Merkitys käytännössä:**

- tasoiittaa vuosittaisesta vaihtelusta johtuvia taimien koko-/laatu-muutoksia.
- lisää luottamusta ostajissa (?).
- tasoiittaa lähtökohtia tuottajien kilpailutilanteissa.
- kannustaa tuotantomenetelmien parantamiseen.
- kohottaa tuotantokustannuksia/taimien hintoja.
- ei välttämättä (esim. "kosmetiikka") paranna viljelytuloksia.

### **Kokemukset/kommentit:**

- käytännössä tarkastukset sujuneet asiallisessa hengessä – ei ongelmia siltä osin.
- massatuotannossa olisi edelleenkin pidettävä tietty joustovara (+/-riman taso).
- tutkimustietoa jonkin lajitteluperusteisiin vaikuttavan tekijän merkityksestä käytännön viljelytulokseen tulisi sada lisää ja myös ottaa huomioon toimenpiteissä (vrt. männyn häirikkötaimet 80-luvulla).
- pelkkien muotovikojen osalta tulisi olla mahdollista sopia ostajan kanssa kaupasta hintaa muuttamalla.
- valvonta ei ole ollut riittävän kattavaa pientuottajien osalta (oman kylän tarhalla näyttää kelpaavan hieman löysemmällä lajittelulla).

### **Yhteenveto:**

- on syytä säilyttää järkevä, valvottu laatujärjestelmä kunhan sitä kehitetään tiedon lisääntyessä.



# Tarvitaanko taimikaupassa viranomaismääräyksiä ja -valvontaa?

---

## *Metsänhoitopäällikön kommentti*

*Ilkka Koivisto*

Kauppa on kahdenvälinen asia. Tämä pätee teoriassa myös taimikauppaan. Voisi myös olettaa normaalin kuluttajasuojasäännösten toimivan sellaisenaan myös tällä kaupan alalla. Monesta syystä johtuen asia ei kuitenkaan taimikaupassa ole aina itsestään selvää. Kyseessä on erikoistuote, jonka laadun arvostelu ei ole useimmille metsänomistajille mahdollista. Asiaan ovat vaikuttaneet myös historialliset syyt. Taimen käyttäjän ja tuottajan suhde ei ole ollut aikaisemmin aivan normaali myyjä-ostaja -suhde. Laadunvalvojan, tuottajan ja jopa käyttäjän roolit ovat usein olleet sulassa sekamelskassa. Kysynnän ja tarjonnan voimakkaat vuosittaiset vaihtelut ovat antaneet oman lisäsävynsä asiaan. Kaikki edellä mainitut seikat heijastuvat vielä nykypäivänäkin taimikauppaan. Lisäksi huomattava osa taimista maksetaan valtion varoista. Kaikki nämä seikat puoltavat erillistä viranomaisen valvontaa.

Taimikaupan tuotevalikoima on sängen laaja. Käyttäjän näkökulmasta on tarpeellista, että eri tuotteille on määritelty omat mittavaatimuksensa. Viranomaisen rooliin sopii hyvin valvoa pistokokein luokittelun soveltamista. Käytännön kannalta olisi tietysti suotavaa, että myös taimien vastaanottajan olisi helppo todeta kokolajittelun paikkansapitävyys. Kokoluokkien määrittely ja tarpeeton nikkarointi millimetrien kanssa ei kuitenkaan saa nousta itsetarkoitukseksi, koska lopullisen maksun siitä maksaa aina kuluttaja. Pääpaino tulisi ehdottomasti olla taimien terveyden ja elinvoimaisuuden sekä yleisen "maastokelpoisuuden" varmistamisessa. On myös hyvä, että taimipakkauksista ilmenevät keskeiset taimierää koskevat tiedot, kuten alkuperä sekä nostoa ja pakkausta koskevat tiedot.

Laatuvaatimusten soveltaminen käytäntöön on ollut melko vaikeaa, koska kyseessä ovat pääasiassa subjektiivisesti arvioitavat asiat. Näissä asioissa viranomaismääräysten rooli jäänee aivan keskeisimpien asioiden kuten tautisuuden, mekaanisten vikojen jne. toteamiseen. Laatu tulisi todeta ensisijaisesti taimia vastaanotettaessa. Tässä suhteessa käytäntö on varmasti hyvin kirjava.

Avainasemassa on tietenkin metsänhoitoyhdistys, jonka kautta pääosa taimista maakuntaan leviää. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että vastaanottotarkastus jää liian usein tekemättä tai se tehdään puutteellisesti. Tässä asiassa käyttäjät ja varsinkin heidän edustajansa marssikoot peilin eteen.

Viranomaisen suorittamat tarkastukset ovat varmasti useimmille taimien käyttäjille ja jopa metsänhoitoyhdistyksille jääneet tuntemattomiksi. Näin lienee tarkoitettukin. Käyttäjän näkökulmasta toivoisi viranomaisen noudattavan tässä asiassa hieman korkeampaa profiilia. Mielestäni menettelyllä olisi molemminpuolista luottamusta kohottava vaikutus. Onko käyttäjän esimerkiksi mahdollista saada tarhakohtaisia tarkastustuloksia itselleen?

Tarkastukset ovat myös olleet käytännön syistä pikaisia käyntejä, joten niiden perusteella lienee vaikea vetää pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Käytännön merkitystä niillä on ollut silloin, kun tarkastuksissa on havaittu tautisuutta. Tautiasiantuntemus onkin mielestäni ollut näiden ns. viranomaistarkastusten suurin anti. Muutoin voidaan 3–4 tunnin pikakäynnin merkitystä vain arvailla. Tarkastettavia taimisäkkeitä kun ei taimilajia kohti kerry kovin montaa. Liekö tarkastajan käynti kertaakaan johtanut esimerkiksi myyntierän uudelleen lajitteluun, vaikka raakkiprosentti on ollut yli 10. Otantaprosentti jää pakosti hyvin alhaiseksi.

Jonkin verran tulisi siis tarkastukseen käytettävää aikaa lisätä. Minimi olisi mielestäni kaksi ennalta ilmoittamatonta tarkastuskäyntiä, heti nostojen alettua ja nostokauden ollessa parhaimmillaan. Olisiko muuten aivan mahdotonta kutsua käyttäjien edustus (esimerkiksi taimitarhan neuvottelukunta) mukaan tarkastukseen.

Viranomaistarkastusten lisääminen ja muu kehittäminen lienee aika vaikeaa nykyresurssien puitteissa. Nykyistä tilannetta en kuitenkaan pidä käyttäjän kannalta tyydyttävänä, koska viranomaisen tarkastuspanos jää pakosti vähäiseksi, eikä sillä saavuteta välttämättä riittävää koulutus- ja ohjausvaikutusta. Voidaan myös kysyä pystyykö viranomainen nykyresursseilla ylläpitämään riittävän asiantuntemuksen tehtävänsä hoitoon. Taimien käyttäjien ja myös metsälautakunnan on tarpeen mukaan lisättävä laadun kontrollia. Yksityismetsätalouden organisaatiouudistuksen valmistuttua olisi luontevaa, että maa- ja metsätalousministeriö siirtää metsänviljelyaineiston kauppalaan valvonnan kokonaan metsälautakunnille.

Kysymykseen liittyy myös koko tuottajakentän koulutus ja kehitystyö. Kuka koordinoi sitä tänä päivänä. Aikaisemmin viranomaistarkastuksiin liittyi jossain määrin myös konsultointia. Entisen Taimi-Tapio -yhteenliittymän puitteissa hoidettiin näitä molempia melko tehokkaasti, mutta ikä ajoi näin raskaasta organisaatiosta ohi. Tänä päivänä suuret tuottajat hoitavat asiaa markkinatalouden ehdoin ja entisellä kokemuksellaan. Kuilu pienten ja suurten tuottajien välillä kasvaa.

Asiat ovat viimeisten kahden-kolmen vuoden aikana kehittyneet siihen suuntaan, että taimien ostaja ja myyjä sopivat melko

pitkälle taimikauppaan kuuluvista asioista. Tämä on lisännyt asiakkaiden eriarvoisuutta. Suurella asiakkaalla on luonnollisesti paremmat neuvotteluasemat kuin pienellä. Sama pätee myös silloin, kun taimien laadussa ilmenee ongelmia.

Ongelmatilanteiden hoitoon tarvittaisiin mielestäni nykyistä joustavampi menetelmä, mikä pyrkisi takaamaan myös pienasiakkaiden ja -tuottajien oikeusturvan. Virallisen jälkitarkastuksen pyytämisen kynnyks on melko korkea. Metsänviljelyaineiston kauppain historia tuntee ilmeisesti vain yhden tapauksen. Todellisuudessa ongelmia on joka kevät, mutta ne hoidetaan paikallisesti. Omalle kohdalleni on sattunut muutamia "läheltä piti" -tilanteita.

Näissä asioissa tarvittaisiin nimenomaan kokemusta paikallisista olosuhteista. Käyttäjän ja myös tuottajan oikeusturvan hoitamiseksi tulisi valitustapausten käsittelyyn muodostaa paikallista asiantuntemusta edustava toimikunta. Siinä tulisi olla edustettuna sekä tuottajat että käyttäjät sekä ulkopuolinen taho. Toimikunta tutkisi valitukset ja antaisi suosituksia niiden ratkaisemiseksi. Näitä osapuolet voisivat harkintansa mukaan noudattaa tai käyttää keskinäisten sovittelujen perusteella.



# Tarvitaanko taimikaupassa viranomasmääräyksiä ja -valvontaa?

---

## *Aluetarkastajan kommentti*

*Mikko Hyppönen*

Suomessa viranomaiset valvovat tuotanto- ja kauppatoimintaa sekä yleisesti että erikseen tuotannonaloittain. Kuluttajansuojalain, tuotesuojalain, elintarvikelainsäädännön ym. päätarkoituksena on suojata tuotteiden käyttäjän, kuluttajan etua. Uudessa, vapaata kilpailua korostavassa markkinatilanteessa on usein kysytty, onko metsäpuiden taimituotanto erityislainsäädäntöä vaativa tuotannonala. Mielestäni on. Johtopäätöstä voidaan perustella ainakin seuraavasti:

1. Metsäpuiden taimien tuottaminen on erikoisosaamista ja -tietämystä vaativa tuotannonala. Tavalliset taimien käyttäjät eivät tunne riittävästi hyvin taimituotantoa, taimien alkuperäkysymyksiin ja taimien laatuun liittyviä tosiasioita. Erityisesti taimien alkuperä ja laatu ovat kuluttajan kannalta tärkeitä asioita. Taimen käyttäjän on voitava olla varma taimen alkuperästä ja metsänviljelykelpoisuudesta. Metsänviljelyaineiston kauppalaan pääasiallisena tarkoituksena on suojata kuluttajan etua.
2. Yleinen etu vaatii viranomasmääräyksiä ja valvontaa. Metsät ovat Suomen kansallisomaisuutta. Niiden geneettinen alkuperä ja rakenne sekä kunto ja hyvinvointi edellyttävät valtiovallalta erityistoimenpiteitä. Vieraiden puulajien ja alkuperien tuonti on tyypillisesti valvontaa vaativaa toimintaa paitsi metsien geneettisen rakenteen tuntemisen ja säilyttämisen, niin myös tuhoriskien takia. Myös viljelymateriaalin riittävyyden takaaminen Suomessa, tarvittaessa vientiä rajoittamalla, on valtiovallan tehtävä. Valtio on luonnollisesti maksajana kiinnostunut myös metsänparannusvaroin istutettavien taimien alkuperä- ja laatuksymyksistä. Metsänviljelyaineiston kauppalaan perusteluissa painotetaan kuluttajan edun lisäksi voimakkaasti myös yleistä etua.
3. Taimituotannon alalla ei ole todellista kilpailua suuressa osassa maata. Suuret yksityismetsätaloudelle taimia tuottavat taimiyhtiöt ovat useilla alueilla lähes monopoli-asemassa. Metsähallituksen, met-

säyhtiöiden, metsänjalostussäätiön ja yksityisten omistamat taimitarhat eivät takaa todellista kilpailua alalla. Epätäydellinen kilpailu edellyttää valvontaa. Voidaan toisaalta sanoa, että myös liian raju kilpailu edellyttäisi valvontaa erikoisosaamista vaativalla alalla. Liian voimakas kilpailu ei ole pitkällä tähtäyksellä kenenkään etu.

4. Valvonnasta on neuvonnallista hyötyä pientuottajille. Pienet taimituottajat pitävät palautetta tarkastuksesta tärkeänä, koska heillä ei ole yleensä kovin laajaa näkemystä muiden taimituottajien taimien laadusta.
5. Valvonnalla on ennalta ehkäisevä vaikutus. Tieto määräyksistä ja valvonnasta takaa taimien hyvän laadun ja oikeat alkuperät. Vaikutus on samantapainen kuin yksityismetsäläillä.

### *Kokemuksia uudesta aluetarkastusjärjestelmästä Pohjois-Suomessa*

Kokemuksia uudesta aluetarkastusjärjestelmästä on nyt kolmen vuoden ajalta. Voi olla vielä liian aikaista vetää kovin varmoja johtopäätöksiä järjestelmän onnistuneisuudesta. Joitakin ajatuksia voitaneen kuitenkin esittää.

Uusikaan järjestelmä ei sulje pois metsälautakuntien ja metsänhoitoyhdistysten tekemien tarkastusten tarvetta, koska ministeriön tarkastaja ei pysty kustannussyistä tarkastamaan vuosittain kaikkia taimitarhoja. Mainittujen organisaatioiden tarkastus muutenkin vain täydentää ministeriön valvontaa.

Aluetarkastajajärjestelmä on tehnyt tarkastuksesta ehkä hiukan virallisemmän kuin se oli metsähallituksen yhden/kahden tarkastajan aikana. Voi olla, että taimentuottajat aikaisemmin kokivat tarkastuksen enemmänkin neuvonnaksi kuin nyt. Virallisuus taas johtaa siihen, että tarkastus otetaan ehkä vakavammin kuin aikaisemmin.

Pohjois-Suomessa taimien laatu on viime vuosina koko ajan parantunut. Syinä voivat olla taimenkasvatuksen kannalta hyvät kesät, parantuneet kasvatusmenetelmät ja parantunut ammattitaito. Mutta myös tehostuneella tarkastuksella lienee osuutta asiaan.









ISBN 951-40-1360-3  
ISSN 0358-4283