

10.05.00

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 766, 2000

**Pohjoismaisen taimitarharetkeilyn
6.–8.9.1998 esitelmät
Suonenjoen tutkimusasemalla**

NSFP Plantskolekonferens
6.–8.9.1998 föredrag
vid Suonenjoki forskningsstation

Marja Poteri (toim./red.)

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Suonenjoki

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

**Pohjoismaisen taimitarharetkeilyn
6.–8.9.1998 esitelmät
Suonenjoen tutkimusasemalla**

NSFP Plantskolekonferens
6.–8.9.1998 föredrag
vid Suonenjoki forskningsstation

Marja Poteri (toim./red.)

Poteri, Marja (toim.) 2000. Pohjoismaisen taimitarharetkeilyn 6.–8.9.1998 esitelmät Suonenjoen tutkimusasemalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 766, 2000. 54 sivua. ISBN 951-40-1726-9. ISSN 0358-4283.

Poteri, Marja (red.) 2000. NSFP Plantskolekonferens 6.–8.9.1998 föredrag vid Suonenjoki forskningsstation. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 766, 2000. 54 sidor. ISBN 951-40-1726-9. ISSN 0358-4283.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema.
Hyväksynyt: Matti Kärkkäinen 7.3.2000
Tilaukset: Metla, Vantaan tutkimuskeskus, kirjasto
PL 18, 01301 Vantaa
puh. (09) 857 051
faksi (09) 8570 5582
sähköposti kirjasto@metla.fi
Käännökset: Marit Strand ja Annika Mäklin
Taitto: Anne Turunen
Painopaikka: Suonenjoen kirjapaino

Utgivare: Skogsforskningsinstitutet, Suonenjoki forskningsstation
Godkänd av: Matti Kärkkäinen 7.3.2000
Beställningar: Skogsforskningsinstitutet, Vanda forskningscentrum, bibliotek,
PB 18, FIN-01301 Vanda, Finland
tfn. +358 (0)9 857 051
fax +358 (0)9 8570 5582
e-mail kirjasto@metla.fi.
Översättningar: Marit Strand och Annika Mäklin
Ombrytning: Anne Turunen
Tryckeri: Suonenjoen kirjapaino

Sisältö

Kirjoittajat	4
Esipuhe	5
Suonenjoen tutkimusasema ja tutkimus- taimitarha <i>Heikki Smolander & Leo Tervo</i>	6
Taimien laatu ja sen mittaaminen <i>Pasi Puttonen</i>	14
Laatujohtaminen taimitarhalla <i>Merja Nieminen</i>	31
Ympäristö ja taimituotanto <i>Oiva Salmi</i>	33
Metsäpuiden taimituotannon ympäristö- hallinta <i>Marja-Liisa Juntunen & Risto Rikala</i> ..	35
Surmakan, <i>Gremmeniella abietina</i> , itiö- levinnän seuranta taimitarhalla <i>Raija-Liisa Petäistö</i>	45
Männyn paakkutaimien juuriston pakkaskestävyys Suonenjoen tutkimus- taimitarhalla talvella 1996–1997 <i>Aija Ryyppö, Tapani Repo</i> & <i>Elina Vapaavuori</i>	47
Taimitarhojen tietopalvelu – tiedonsiirtoa käytäntöön <i>Marja Poteri</i>	52

Innehåll

Artikelförfattare	4
Förord	5
Suonenjoki forskningsstation och försöksplantskola <i>Heikki Smolander & Leo Tervo</i>	6
Plantkvalitet och hur den mäts <i>Pasi Puttonen</i>	14
Kvalitetsledning på plantskolan <i>Merja Nieminen</i>	31
Miljö och plantproduktion <i>Oiva Salmi</i>	33
Miljöledningssystem i produktionen av skogsträdsplanter <i>Marja-Liisa Juntunen & Risto Rikala</i> ..	35
Mätningssystem för sporspridning av <i>Gremmeniella abietina</i> vid plantskola <i>Raija-Liisa Petäistö</i>	45
Rotsystemens frystolerans hos täck- rotsplanter av tall på försöksplantskola i Suonenjoki under vintern 1996–1997 <i>Aija Ryyppö, Tapani Repo</i> & <i>Elina Vapaavuori</i>	47
Plantskolornas informationstjänst – förmedling av forskningsresultat till praktiken <i>Marja Poteri</i>	52

Kirjoittajat

Hannu Kukkonen

Hannu.Kukkonen@mmm.fi
Maa- ja metsätalousministeriö
Metsäosasto
PL 232, 00171 Helsinki

Merja Nieminen

Merja.Nieminen@upm-kymmene.com
UPM-Kymmene Metsä Oyj, Itä-Suomi
PL 1026,
53301 Lappenranta

Pasi Puttonen

Pasi.Puttonen@helsinki.fi
Metsäekologian laitos
PL 24,
00014 Helsingin yliopisto

Oiva Salmi

Oiva.Salmi@metsa.fi
Forelia Oy
PL 36 (Kalevankatu 8)
40101 Jyväskylä

Tapani Repo

Tapani.Repo@metsa.joensuu.fi

Aija Ryyppö

Aija.Ryyppo@metsa.joensuu.fi
Joensuun yliopisto
Metsätieteellinen tiedekunta
PL 111, 80101 Joensuu

Marja-Liisa Juntunen

Marja-Liisa.Juntunen@metla.fi

Raija-Liisa Petäistö

Raija-Liisa.Petaisto@metla.fi

Marja Poteri

Marja.Poteri@metla.fi

Risto Rikala

Risto.Rikala@metla.fi

Heikki Smolander

Heikki.Smolander@metla.fi

Leo Tervo

Leo.Tervo@metla.fi

Elina Vapaavuori

Elina.Vapaavuori@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki

Artikelförfattare

Hannu Kukkonen

Hannu.Kukkonen@mmm.fi
Jord- och skogsbruksministeriet
Skogsavdelningen
PB 232, FIN-00171 Helsingfors, Finland

Merja Nieminen

Merja.Nieminen@upm-kymmene.com
UPM-Kymmene Oyj Skog, Itä-Suomi
PB 1026, FIN-53301 Villmanstrand,
Finland

Pasi Puttonen

Pasi.Puttonen@helsinki.fi
Institutionen för skogsekologi
PB 24, FIN-00014 Helsingfors universitet,
Finland

Oiva Salmi

Oiva.Salmi@metsa.fi
Forelia Oy
PB 36 (Kalevankatu 8),
FIN-40101 Jyväskylä, Finland

Tapani Repo

Tapani.Repo@metsa.joensuu.fi

Aija Ryyppö

Aija.Ryyppo@metsa.joensuu.fi
Joensuu universitet
Skogsvetenskaplig fakultet
PB 111, FIN-80101 Joensuu, Finland

Marja-Liisa Juntunen

Marja-Liisa.Juntunen@metla.fi

Raija-Liisa Petäistö

Raija-Liisa.Petaisto@metla.fi

Marja Poteri

Marja.Poteri@metla.fi

Risto Rikala

Risto.Rikala@metla.fi

Heikki Smolander

Heikki.Smolander@metla.fi

Leo Tervo

Leo.Tervo@metla.fi

Elina Vapaavuori

Elina.Vapaavuori@metla.fi
Skogsforskningsinstitutet
Suonenjoki forskningsstation
Juntintie 40, FIN-77600 Suonenjoki, Finland

Esipuhe

Pohjoismaiden metsätalouden siemen- ja taimineuvosto (NSFP), maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos järjestivät 6.–8.9.1998 pohjoismaisen taimitarharetkeilyn, jonka kokoavana aiheena oli metsäpuiden taimien laatu. Retkeilylle osallistui lähes 60 metsä- ja taimitarha-alan ammattilaista kaikista Pohjoismaista.

Retkeily koostui taimitarha- ja maastokäynneistä sekä Suonenjoen tutkimusasemalla 8.9. pidetystä luentopäivästä, jonka aikana pidetyt esitykset on koottu tähän julkaisuun.

Kiitokset kaikille osallistujille ja retkeilyn järjestelyissä mukana olleille. Erityiskiitos Metsäntutkimuslaitokselle julkaisun hyväksymisestä sarjaansa ja Marja Poterille, joka on toimittanut tämän julkaisun.

*Helsingissä 20.12.1999
Hannu Kukkonen*

Förord

En samnordisk plantskolekonferens under temat "Plantkvalitet" arrangerades den 6–8 september 1998 i Finland av Nordiska Skogsbrukets Frö- och Plantråd (NSFP), jord- och skogsbruksministeriet och Skogsforskningsinstitutet. Nästan 60 fackmän i skogsbruk och plantproduktion deltog i konferensen.

Konferensen bestod av ett endags plantskole- och fältbesök och en föredragsdag i Skogsforskningsinstitutets forskningsstation i Suonenjoki. Denna publikation innehåller föredragen från Suonenjoki.

Jag vill tacka alla deltagare för aktivt deltagande och också alla de som deltog i arrangemangen. Ett särskilt tack till Skogsforskningsinstitutet som har accepterat publikationen i sin serie och till Marja Poteri som redigerat publikationen.

*Helsingfors 20.12.1999
Hannu Kukkonen*

Suonenjoen tutkimusasema ja tutkimustaimitarha

Aseman lyhyt historia

Asema perustettiin 1968. Perustamispäätöksen takana oli 1950-luvun lopun ja 1960-luvun nopeasti kasvaneessa metsänviljelyssä kohdanneet epäonnistumiset.

Asema suunniteltiin alun perin Helsingissä toimivien taimitarha- ja uudistamistutkijoiden kenttäasemaksi: aineistojen keruun piti tapahtua Suonenjoella ja työstäminen Helsingissä.

Asema kehittyi jo alusta lähtien toiseen suuntaan: maastoasemasta tuli ympärivuotisten tutkijoiden koeasema. Kolmenkymmenen toimintavuoden aikana asema on kasvanut muutaman tutkijan koeasemasta 18 tutkijan monitieteiseksi tutkimusasemaksi.

Voimavarat

Asemalla työskentelee 18 tutkijaa, joista 7 ulkopuolisella rahoituksella. Muuta henkilöstöä on 41. Vuosibudjetti on n. 12 milj. markkaa, josta taimitarhan ja tutkimusmetsien osuus on n. 2,1 milj. Toimitilat ja laboratoriolaitteistot ovat kohtuullisen ajanmukaiset.

Tutkimustaimitarha

Tutkimustaimitarhan päätehtävänä on palvella alan tutkimustoimintaa ja tuottaa taimet Metlan hallinnassa oleviin tutkimusmetseen.

Suonenjoki forskningsstation och försöksplantskola

Kort historik över stationen

Forskningsstationen är grundad år 1968. Bakom beslutet att grunda stationen var misslyckanden med den snabbt växande skogsodlingen i slutet av 1950-talet och under 1960-talet. Ursprungligen var stationen avsedd att bli en fältstation för plantskole- och förnyelseforskarna i Helsingfors: man skulle samla in material i Suonenjoki och bearbeta det i Helsingfors.

Redan från första början utvecklades stationen i en annan riktning än den avsedda: fältstationen användes året om som försöksstation av forskarna. Under sina trettio år har stationen vuxit från en försöksstation med några få forskare till en tvärvetenskaplig forskningsstation med 18 forskare.

Resurser

På stationen arbetar 18 forskare, varav 7 med utomstående finansiering. Den övriga personalen uppgår till 41 personer. Årsbudgeten ligger på ca 12 miljoner mark, varav plantskolans och forskningsskogarnas andel är ca 2,1 miljoner mark. Lokaliteterna och laboratorietrusningen är relativt moderna.

Försöksplantskolan

Försöksplantskolans främsta uppgift är att fungera som stöd för forskningen och producera plantor för utplantering i försökssko-

Tutkimustaimitarha tuottaa taimia myös metsänviljelyyn pääasiassa Suonenjoen ja Rautalammin alueelle. Käytännön mittakaavan taimituotanto mahdollistaa monipuolisen tutkimustoiminnan (esim. työntutkimukset, laitekehittely ja testaus yms.) sekä käytännön ja tutkimuksen läheisen yhteistoiminnan. Taimitarha osallistuu myös taimituotannon ekstensiotoimintaan ja tilaustutkimuksiin.

Tuotettujen taimien kokonaismäärä on 1,6 milj. tainta. Kuusen osuus on 55 %, männyn 24 %, koivun 18 % ja loput 3 % lehtikuusta, mustakuusta jne. Tutkimushankkeille kasvatettujen puulajien määrä on 55. Tuotannosta paakkutaimien osuus on 90 %. Paakkutaimimenetelminä ovat Ecopot, Plantek ja Vapo-paakku.

Tutkimuksen painoalat

Taimitarhatutkimus: Suonenjoella on Suomen ainoa tutkimustaimitarha, joten rinta-mavastuun kantaminen taimitarha- ja myös uudistamistutkimuksesta on selkeä aseman perustehtävä. Taimitarhatutkimusten tavoitteena on tuottaa tietoa, joka

- parantaa taimien laatua
- alentaa taimituotantokustannuksia
- parantaa työn ergonomiaa
- vähentää ympäristön kuormitusta.

Uudistamistutkimuksen tavoitteena on kehittää järjestelmä, jolla metsäkeskukset voisivat kustannustehokkaasti seurata uudistamistoiminnan laatua. Maakunnallisella rahoituksella on selvitetty viljelyrästien määrät Pohjois- ja Etelä-Savossa. Lisäksi tutkitaan istutuksen ja kylvön koneellistamista. Kevään työhuippujen tasaamiseksi kehitetään kesäistutusmenetelmiä.

Ekofysiologian tutkimus tuottaa tietoa puiden elintoiminnoista ja tutkimusmenetel-

garna skogsforskningsinstitutets (Metla).

Plantskolan producerar även plantor för normala skogsvårdsändamål, framför allt för utplantering i Suonenjoki- och Rautalampi-områdena i centrala Finland. Plantproduktionen möjliggör på ett praktiskt sätt utföra olika forskningsaktiviteter (t ex arbetsstudier, redskapsutveckling och testning m m) såväl som en nära koppling mellan forskning och praktiska tillämpningar. Plantskolan erbjuder även vidareutbildning inom området plantproduktion och genomför även beställningsforskning.

Totala antalet producerade plantor uppgår till 1,6 miljoner. Andelen gran (*Picea abies*) är 55 %, tall (*Pinus sylvestris*) 24 %, björk 18 % och övriga trädslag 3 % (lärkträd, svartgran osv). Totalt odlas 55 olika trädarter för forskningsändamål. Andelen täckrotsplantor är 90 %. Metoderna som används för täckrotsplantor är Ecopot, Plantek och Vapo-metoder.

Forskningens tyngdpunkter

Plantskoleforskning: Försöksplantskolan i Suonenjoki är den enda i sitt slag i Finland, vilket medför en klar grundläggande roll i frontlinjen för forskningen kring plantskolor och skogsförnyelse. Plantskoleforskningens syfte är att ta fram information som

- förbättrar plantornas kvaliteten
- sänker kostnaderna för plantproduktion
- förbättrar ergonomin i arbetet
- minskar miljöbelastningen.

Förnyelseforskningens mål är att utveckla ett system som kan hjälpa skogscentralerna att på ett kostnadseffektivt sätt följa upp kvaliteten på förnyelseåtgärderna. Med regional finansiering har man klarlagt omfattningen av försummad skogsodling i norra

miä sovellettavaksi taimitarha- ja uudistamistutkimuksessa. Sen tutkimusaiheita ovat mm. juurten toiminta alhaisissa lämpötiloissa, juurten pakkaskestävyys sekä puiden hiilen- ja typensidonta. Lisäksi tutkitaan koivun sopeutumismekanismia ympäristömuutoksiin ja havumetsien lehtialaindeksin mittaamenetelmiä.

Metsien terveydentilan tutkijat tutkivat versosurmaa aiheuttavan sienien iskeytymiskykyä ja männyn eri alkuperien kestävyyttä surmakkasienelle sekä kehittävät soluvaurioiden diagnostiikkaa ympäristövaurioiden tunnistamiseksi.

Metsätalouden suunnittelumenetelmien tutkija kehittää suunnitteluorientoituja optimointimenetelmiä ja tutkii inventointimenetelmien tilastollista luotettavuutta.

Taimitarhatutkimus Suonenjoella

Tausta

Taimitarhatutkimuksen kattotavoitteena on tuottaa sellaista uutta tietoa, joka parantaa taimien laatua (istutustulosta), alentaa tuotantokustannuksia, parantaa työn ergonomiaa taikka vähentää ympäristön kuormittumista. Taimitutkimuksen ahtaminen yhden tutkimusongelman taikka hypoteesin ympärille ei ole mielekäästä. Myös aikajänne, jolla vastausta haetaan vaihtelee. Tutkimuksen soveltavin osa on pikaselvitysten tekoa taimituottajien akuuteista ongelmista. Osa tutkimuksesta on puolestaan pitkäjänteistä perusteiden tutkimista. Käynnissä oleva tutkimushanke jakaantuu seitsemään osahankkeeseen.

och södra Savolax. Dessutom undersöks möjligheter för maskinell plantering och sådd. För att jämnar ut sysselsättningstopparna på våren utvecklas metoder för plantering på sommaren.

Ekofysiologiska forskningen tar fram information om trädens livsfunktioner samt forskningsmetoder som kan tillämpas i plantskole- och förnyelseforskningen. Forskningsteman är bl.a. rotfunktionerna i låga temperaturer, rötternas frystolerans samt trädens förmåga att binda kol och kväve. Dessutom undersöks björkens anpassningsmekanismer till miljöförändringar och mätmetoder för bladyteindex i barrskogar.

Forskarna som sysslar med **skogarnas hälsa** undersöker riskerna för angrepp av *Gremmeniella abietina*, som förorsakar paraplysjuka hos tallplantor, och olika tallprovenienseners motståndskraft mot svampen samt utvecklar cellskadediagnostik för konstaterande av miljöskador.

Forskaren i **skogsbrukets planeringsmetoder** utvecklar planeringsinriktade optimeringsmetoder och undersöker inventeringsmetodernas statistiska tillförlitlighet.

Plantskoleforskningen i Suonenjoki

Bakgrund

Plantskoleforskningens övergripande mål är att få fram sådan ny information som förbättrar plantornas kvalitet (planteringsresultatet), sänker produktionskostnaderna, förbättrar ergonomin i arbetet eller minskar miljöbelastningen. Det är inte meningsfullt att försöka samordna plantforskningen kring ett enda forskningsproblem eller en hypotes. Också tiden under vilken man söker sitt svar varierar. Den tillämpningsnärmsta delen av forskningen är att göra snabbutredningar som söker lösningar till plantprodu-

1 Turvepohjaiset kasvualustaseokset paakku-taimikasvatuksessa

Puhtaan turpeen vedenjohtavuutta voidaan parantaa ja kuivuudessa tapahtuvaa kutistumista pienentää sopivilla seosaineilla. Turvepohjaiset kasvualustaseokset tarjoavat ilmeisesti puhdasta turvetta suotuisimmat olosuhteet taimien juuristoille erityisesti sateisen loppukesän aikana. Tällöin turvepaakuissa esiintyy märkyyttä ja hapettomuutta, mikä lisää juurten alttiutta juurilaholle. Aiemmat tutkimukset ovat myös osoittaneet, että juuriston rakenne muodostuu yleensä paremmaksi seoksissa kuin puhtaassa turpeessa.

Lisäksi tutkitaan, miten laboratoriomittauksissa todetut eri kasvualustojen ominaisuuksien erot vaikuttavat taimikasvatuksessa ja taimien mukautumisessa istutuksen jälkeen. Tavoitteena on siten löytää turvepohjainen kasvualustaseos, jolla pystyttäisiin puhdasta turvetta paremmin välttämään märkyys ja kasvualustan hapettomuus ja näihin liittyvä juurilahoriski käytännön taimikasvatuksessa. Toisena tavoitteena on edistää taimien mukautumista istutusaloille parantamalla vedensaatavuutta pienentämällä rajapintavastusta kasvualustan ja juuren sekä paakun ja ympäröivän maan välillä.

2 Taimituotannon ympäristövaikutukset

Vaikka taimitarhat ovat määrällisesti esim. maatalouteen verrattuna pieni ympäristön kuormittaja, voivat ne pistemäisinä olla merkittäviä. Taloudellinen taimituotanto ei kuitenkaan onnistu ilman lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttöä. Tuotannon ympäristökuormitus on tunnettava ja lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö on tehtävä

centernas akuta problem. En annan del av forskningen är åter långsiktig grundforskning. Det för tillfället aktuella forskningsprojektet är indelat i sju delprojekt.

1 Torvbaserade substratblandningar i odlingen av täckrotsplantor

Vattenledningsförmågan i ren torv kan förbättras samt krympning vid torka kan minskas med hjälp av lämplig uppblandning. Torvbaserade substratblandningar erbjuder uppenbarligen bättre förhållanden för plantrötterna än ren torv, speciellt på en regnig säsong. Torvklumparna blir då blöta och syrefattiga, vilket gör att rötterna lättare angrips av röta. Tidigare undersökningar har också visat att rotsystemets struktur oftast blir bättre i substratblandningar än i ren torv.

Dessutom undersöks vilken effekt i laboratoriemätningar konstaterade skillnader mellan olika substrat har på uppdrivningen av plantor och plantornas anpassningsförmåga efter plantering. Målet är att på så sätt hitta en torvbaserad substratblandning, med vilken man bättre än i ren torv kan undvika blöthet och syrebrist, samt därtill anknuten risk för rotdöd i den praktiska plantproduktionen. Ytterligare ett mål är att främja plantornas anpassningsförmåga på planteringsytan så att man förbättrar vattentillförseln genom att minska motståndet i kontaktytan mellan substratet och roten respektive mellan rotklumpen och den omgivande jordmånen.

tutkimus- ja kehittämistyön avulla mahdollisimman haitattomaksi.

Tutkimus jakaantuu kolmeen osaan. Ensinnäkin selvitetään lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttömääriä metsäpuiden taimituotannossa. Tämä tehdään myyntitilastojen, taimitarhojen toimenpidekirjanpidon ja kyselytutkimuksen avulla.

Toiseksi tutkitaan taimitarha- ja laboratoriokeihin paakkutaimituotannossa tapahtuvaa ravinteiden ja torjunta-aineiden huuhtoutumista. Huuhtoutumiseen vaikuttavia tekijöitä, lähinnä kastelun ja sateen merkitystä, tutkitaan erillisin laboratoriokeihin.

Kolmanneksi etsitään käytössä oleville fungisidivalmisteille paakkutaimituotannossa ja herbisidivalmisteille paljasjuuritaimituotannossa parhaita käsittelyajankohtia, -pitoisuuksia ja -tapoja ottaen näiden aineiden biologisen vaikuttavuuden, työympäristö- ja muut ympäristötekijät huomioon.

3 Taimitarhojen työmenetelmien ja hygienian kehittäminen

Taimikenttien, muovihuoneiden ja kasvatustaatikoiden hygieniasta huolehtiminen vaikuttaa taimituhoihin ja sitä kautta taimisaantoihin ja tuotantokustannuksiin. Taimitarhan hygieniata edistävien työmenetelmien kehittäminen parantaa välittömästi taimitarhojen tulosta ja myös istutusten onnistumista. Tavoitteena on myös ergonomisesti parempien ja altistumista vähentävien työmenetelmien kehittäminen.

Kyselytutkimuksella on kartoitettu taimitarhatyöntekijöiden mielipiteet tuotantomenetelmistä, työolosuhteista, työn kuormittavuudesta ja yleensäkin kehittämisestä taimitarhoilla. Kysely on tehty myös muutamilla taimitarhoilla Kanadassa ja USA:ssa.

2 Plantproduktionens miljöverkningar

Trots att plantskolorna till antalet inte utgör en stor miljöbelastande faktor, jämfört t.ex. med jordbruket, kan de punktvis vara betydande. En plantproduktion som bär sig ekonomiskt är dock inte möjlig utan användning av gödsel och bekämpningsmedel. Man bör känna till hur mycket produktionen belastar miljön och med hjälp av forskning och utvecklingsarbete i möjligast hög grad minska de skadliga verkningarna av användningen av gödsel- och bekämpningsmedel.

Undersökningen består av tre delar. Först utreds de använda mängderna gödsel- och bekämpningsmedel i produktionen av skogsträdplantor. Detta görs med hjälp av försäljningsstatistiker, plantskolornas anteckningar över åtgärder och en enkät.

Som det andra undersöks genom plantskole- och laboratorieexperiment urlakningen av näringsämnen och bekämpningsmedel i produktionen av täckrotsplantor. Faktorer som påverkar urlakningen, närmast betydelsen av bevattning och nederbörd, undersöks i separata laboratorietester.

Som det tredje försöker man klargöra de lämpligaste tidpunkterna, halterna och metoderna för behandling med de fungisidpreparat (i produktionen av täckrotsplantor) och herbisidpreparat (i produktionen av bartsplantor) som nu är i användning. I undersökningen beaktas den biologiska effekten av de här preparaten samt arbetsmiljö- och andra miljöhänsyn.

Lisäksi tehdään teknistä kehittämistyötä edullisempien ja ergonomisempien tuotantomenetelmien löytämiseksi. Paakkutaimien juurilahoriskin vähentämiseksi kehitetään kasvatuslaatikoiden ja muovihuoneiden kuumavesikäsitelymenetelmiä. Paakkutaimituotannon kustannusrakenne selvitetään tutkimalla eri työvaiheiden vaatimat kustannukset niin työn kuin pääomakustannusten osalta. Tavoitteena on löytää nykyistä edullisempia menetelmiä tuottaa maastomenestymiseltään hyviä taimia.

4 Koivun taimien karaistuminen

Koivun taimikasvatuksessa on ilmennyt ongelmia, jotka ovat heikentäneet kasvatus-tulosta taimitarhalla ja aiheuttaneet menetyksiä myös istutusaloilla. Kaksi suurinta ongelmaa ovat taudit, erityisesti versolaik-kutauti, ja taimien hallitsematon kasvu ja siitä johtuva karaistumisen viivästyminen ja hallatuhot.

Tutkimuksissa kehitetään lyhytpäiväkä-sittelyyn ja kasvunsääteisiin perustuvia kas-vun ja karaisemisen hallintamenetelmiä. Tavoitteena on sellainen koivun paakkutai-mien kasvatusmenetelmä, jota käytettäes-sä taimet saadaan kasvatetuksi sopivan ko-koisiksi ja talveentumaan riittävän aikaisin.

Vaihtoehtoisena tapana välttää karais-tumisongelmat tutkitaan taimien kesäistu-tusta, sillä lehdellisenä istutetut koivuntai-met näyttävät juurtuvan hyvin ja istutussho-kin vaikutuksesta talveentuvan aikaisemmin kuin taimitarhalla.

3 Utveckling av arbets-metoder och hygien vid plantskolor

Hygienen på plantfälten, i växthusen och odlingslådorna inverkar på skadorna på plantor och därigenom på plantmängden och produktionskostnaderna. Utvecklingen av arbetsmetoder för bättre hygien på plantskolan förbättrar direkt plantskolornas resultat liksom också hur väl planteringarna lyckas. Syftet är också att utveckla arbetsmetoder som är ergonomiskt bättre och minskar exponeringen för skadliga verkningar.

Med en enkät har kartlagts plantskole-anställdas åsikter om produktionsmetoder, arbetsförhållanden, arbetsbelastning och allmänna utvecklingspunkter på plantskolorna. Enkäten har också gjorts på några plantskolor i Kanada och USA.

Dessutom görs tekniskt utvecklingsarbete för att få fram förmånligare och ergo-nomiskt bättre produktionsmetoder. För att minska risken för rotdöd hos täckrotsplan-tor utvecklas metoder för hetvattenbehand-ling av odlingslådor och växthus.

Kostnadsstrukturen för produktionen av täckrotsplanter undersöks genom utredning av de olika arbetsskedenas kostnader, så- väl för arbetets som för kapitalkostnader-nas del. Målet är att hitta förmånligare me-toder för produktionen av plantor som klarar sig väl i fält.

4 Härdning av björk-plantor

I uppdrivningen av björkplantor har förekommit problem som försämrat odlingsresultatet på plantskolan och förorsakat förluster också på planteringsytorna. De två främsta problemen är sjukdomar, speciellt basfläck-sjuka, och en okontrollerad tillväxt hos plan-

5 Kuusen epätasainen itäminen ja kehitys

Kuusen siemenen epätasainen itäminen on aiheuttanut ongelmia erityisesti paakkutaimikasvatuksessa, jossa taimimateriaali muodostuu epätasaiseksi ja saannot alenevat. Osahankkeen tavoitteena on etsiä sellainen kuusensiementen esikäsitteily ja alkukasvatusmenetelmän yhdistelmä, joka tuottaa nykyistä pienemmän vaihtelun itämisessä ja taimien alkukehityksessä.

Kokeissa testataan, voidaanko siemenen vilutuskäsittelyllä ja alhaisella idätyslämpötilalla pienentää itämisnopeuden vaihtelua. Samalla tutkitaan paakkujen kosteuden ja lämpötilan vaihtelua itämisnopeuden hajontaa lisäävinä tekijöinä.

6 Taimien kasvatusmenetelmät: morfologia, ravinnetila ja maastomenestyminen

Eri kokein selvitetään kasvatustoimenpiteiden, kuten kastelun, lannoituksen, kasvatustiheyden ja lyhytpäiväkäsittelyn vaikutusta taimien kehittymiseen ja karaistumiseen taimitarhalla sekä testataan näiden taimien menestymistä maastossa. Toisaalta tutkitaan myös kaupallisilla tarhoilla kasvatettujen taimien morfologisten ja kemiallisten ominaisuuksien vaihtelua sekä testataan taimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Tutkimuksella pyritään luomaan tietopohjaa taimien laatutunnusten käytölle sekä kasvatuksen seurannassa että lopputuotteen laadun arvioinnissa.

torna, vilken har som följd att hårdningen försenas och frostsador uppstår.

I forskningen utvecklas kontrollmetoder av tillväxten och hårdningen baserade på långnattsbehandling och reglermedel. Målet är att finna en metod för produktion av täckrotsplantor av björk, med vilken man kunde driva upp plantorna till lämplig storlek och få dem att gå i vintervila i tid.

Som alternativ metod för att undvika problemerna med hårdning undersöks plantering på sommaren, eftersom det verkar som om björkplantor som planteras i lövstadiet slår rot väl och, p.g.a. planteringschocken, går i vintervila tidigare än i plantskolan.

5 Ojämn grodd och utveckling hos gran

Ojämnt groende granfrö har vållat problem speciellt vid uppdrivning av täckrotsplantor, eftersom plantmaterialet blir ojämnt och skördarna minskar. Delprojektets mål är att få fram en sådan kombination av förbehandling av granfrö och uppdrivningsmetod, som skulle resultera i en mindre variation i hur fröna gror och plantorna utvecklas under det tidigaste utvecklingsstadiet.

Med tester undersöks huruvida man med köldbehandling av fröna och låg groningstemperatur kan minska variationen i groningshastigheten. Samtidigt undersöks hur variationen av fuktighet och temperatur i substratklumparna ökar variationen i groningshastighet.

7 *Taimitarhojen tietopalvelu*

Tutkimusaseman ja taimituottajien yhteisessä ESR-hankkeessa jalostetaan tutkimustietoa taimitarhojen käytännön tarpeisiin. Hankkeen tuotteita ovat erilaiset kurssit, oppaat ja taimitarhalehti.

6 *Metoder för plantupptrivning: morfologi, näringsstatus och överlevnad i fält*

Genom tester utreds hur olika odlingsåtgärder, såsom bevattning och gödsling samt planttäthet och lågnattsbehandling påverkar plantornas utveckling och härdning på plantskolan. Hur väl de här plantorna klarar sig i fält testas också. Dessutom undersöker man variationen i morfologiska och kemiska egenskaper hos plantor från kommersiella plantskolor samt testar hur plantorna klarar sig efter plantering. Forskningens syfte är att skapa ett kunskapsunderlag för användning av kvalitetsmärke för plantor, både när det gäller uppföljningen av upptrivning och utvärderingen av kvaliteten av den slutliga produkten.

7 *Plantskolornas informationstjänst*

I forskningsstationens och plantproducenternas gemensamma ESF-projekt bearbetas forskningsdata för plantskolornas praktiska behov till ett urval produkter: olika kurser, handledningar och en tidskrift för plantskolorna.

Taimien laatu ja sen mittaaminen

1 Laadun erilaisia käsitteitä

Taimien laatu on osoittautunut vaikeaksi määrittää sanallisesti ja ennen kaikkea siten, että määritelmälle löytyisi hyviä ja oikeita mittaustapoja. Taimen laatu voi merkitä monia asioita, kuten 1) taimi elää istutuksen jälkeen ja kasvaa, 2) taimessa ei ole vikoja, hyönteistuhoja tai muita tuhoja, 3) taimella on kyky kestää istutuspaikan epäedullisia olosuhteita, 4) taimien laadulla voidaan myös ennustaa niiden istutuksen jälkeistä maastomenestymistä.

Taimilaatuun liittyy oleellisesti myös istutusmateriaalin geneettinen laatu. Se kuitenkin tulee huomioitua pääosin siemenen alkuperää valittaessa (metsikkösiemen), jalostukseen liittyvissä alkuperä- ja risteytyskokeissa sekä siemenen tuotannossa siemenviljelmillä (siemenviljelmäsiemen).

Taimilaatu muodostuu taimitarhalla kasvatuksen kuluessa. Kasvatuksen jälkeiset vaiheet kuten nosto, varastointi, kuljetus ja istutus eivät yleensä paranna taimien laatua, sillä laatua mahdollisesti heikentäviä ulkoisia olosuhteita, stressitekijöitä, on paljon kuten esim. kuivuus, kuumuus, kylmyys, mekaaninen tärinä ym. (esim. Kauppi 1984).

Taimien laadun arviointimenetelmät jaettiin pitkään ns. rakenteellisiin (morfologisiin) ja toiminnallisiin (fysiologisiin) tunnuksiin. Nämä menetelmät korostivat ehkä liikaa yksittäistä tunnusta taimien laadun arvioinnissa. Yhdysvaltalainen Gary Ritchie esittikin vuonna 1984 uuden jaon, jossa laatua kuvaavat tunnuksat jaetaan aineellisiin (material attributes) ja suoriutumistunnuksiin (performance attributes).

Plantkvalitet och hur den mäts

1 Olika kvalitetsbegrepp

Det har visat sig vara svårt att definiera plantkvalitet i ord och framför allt har det visat sig besvärligt att finna bra och riktiga mätmetoder för definitionen. Plantans kvalitet kan ha många betydelser, så som 1) plantan lever och växer efter planteringen, 2) det finns inga fel, insektsskador eller andra skador på plantan, 3) plantan har förmågan att tåla planteringsställets ofördelaktiga förhållanden, 4) med hjälp av plantkvaliteten kan man förutspå hur plantorna kommer att klara sig i fältet efter planteringen.

Även plantmaterialets genetiska kvalitet har stor betydelse. Den genetiska kvaliteten beaktas främst när man väljer fröets proveniens (beståndsfrö), vid de proveniens- och korsningsförsök som hänför sig till förädlingen samt vid fröproduktionen på fröplantager (fröplantagefrö).

Plantkvaliteten formas under den tid som plantan odlas i plantskolan. Faserna efter odlingen, så som upptagning, lagring, leverans och plantering förbättrar vanligtvis inte plantkvaliteten, eftersom det finns ett stort antal yttre omständigheter, stressfaktorer, som eventuellt försämrar kvaliteten. Exempel på dessa är torka, värme, köld och mekaniska vibrationer (t.ex. Kauppi 1984).

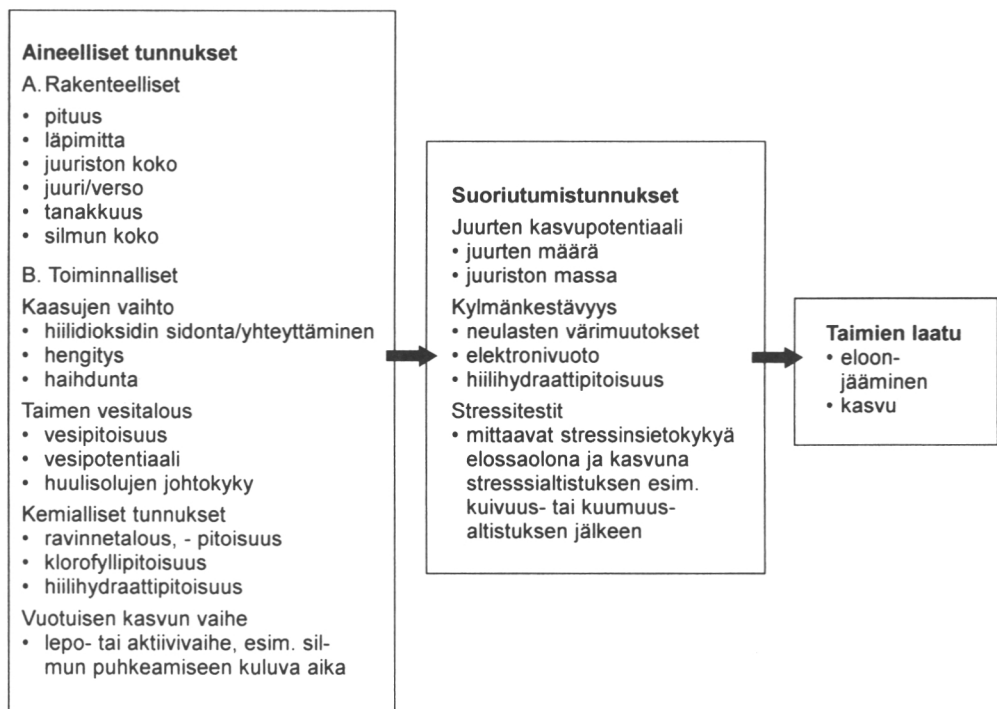
Metoderna för bedömning av plantornas kvalitet indelades länge i metoder som mäter s.k. strukturella (morfologiska) och funktionella (fysiologiska) egenskaper. Dessa metoder betonade kanske för mycket ett enskilt särdrag vid bedömningen av plantkvaliteten. Gary Ritchie från USA introdu-

Aineellisiin tunnuksiin kuuluu joukko taimen rakenteellisia ja toiminnallisia tunnuksia (kuva 1). Rakenteellisia tunnuksia ovat mm. pituus, läpimitta, juuriston koko, juuri/verso, tanakkuus tai silmun koko. Toiminnallisiin tunnuksiin kuuluvat tunnuksset, jotka kuvaavat kaasujenvaihtoa, taimien vesitaloutta, kemiallisia tunnuksia tai vuotuisen kasvurytmin vaihetta. Suoritusmestunnuksset yhdistävät yksittäisiä rakenteellisia ja toiminnallisia tunnuksia.

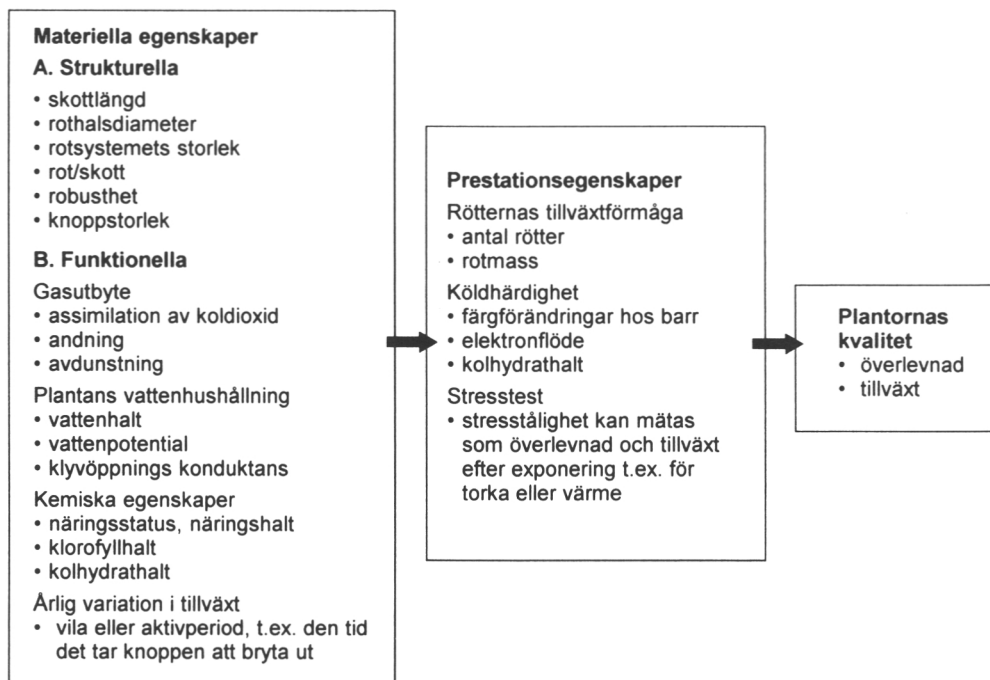
cerade 1984 en ny indelning, där de egenskaper som beskriver kvalitet delas i materiella egenskaper (material attributes) och prestationsegenskaper (performance attributes).

Till de materiella kännetecknen hör några strukturella och funktionella plantegenskaper (figur 1). Strukturella egenskaper är bl.a. längd, diameter, rotsystemets storlek, rot/skott, robusthet och knoppens storlek. Kännetecknen som beskriver gasutbyte, plantornas vattenhushållning, kemiska egenskaper eller årlig tillväxtrytm hänför sig till funktionella egenskaper. Prestationskännetecknen kombinerar enskilda strukturella och funktionella egenskaper.

Kuva 1. Taimien laatutunnuksset jaettuna aineellisiin ja suoritusmestunnuksiin. Taimien laatu muodostuu näiden tunnuksien tuloksena.



Figur 1. Plantornas kvalitetsegenskaper indelade i materiella egenskaper och prestations-egenskaper. Plantkvaliteten är summan av dessa egenskaper.



2 Taimien laadun arvioinnin tarve

Taimien laadun seurantaan tarvitaan monissa eri vaiheissa taimikasvatuksesta aina istutukseen asti. Laadunseurannassa voidaan erottaa kolme erilaista tilannetta: 1) taimikasvatuksen kuluessa, 2) nostoa, varastointia ja kuljetusta varten sekä 3) istutusta varten.

Kasvatuksen kuluessa seurattavat taimien ominaisuudet liittyvät taimen kasvuun ja kehittymiseen. Seurattavia ominaisuuksia on useita kuten:

- pituus ja läpimittakehitys kohti tavoitemittoja,
- juuriston kehittyminen,
- ravinnetila,
- lepotilan kehittyminen tai purkautuminen,
- taimien terveys ts. tuhojen määrä.

2 Behovet av att utvärdera plantkvaliteten

Uppföljning av plantornas kvalitet behövs i många olika steg från plantodlingen till planteringen. Kvalitetsuppföljningen kan ske i tre olika situationer: 1) under plantodlingen, 2) för upptagningen, lagringen och leveransen samt 3) för planteringen.

De egenskaper hos plantorna som uppföljs **under odlingen** hänför sig till plantans tillväxt och utveckling. Flera egenskaper följs upp, så som:

- utvecklingen av längd och diameter i jämförelse med målsatta mått,
- rotsystemets utveckling,
- näringsituation,
- utveckling eller upplösning av viloläge,
- plantornas hälsa, dvs. mängden skador.

Nostovaiheessa seurattavia ominaisuuksia voivat olla:

- nimenomaan lepotilan vaihe talvi-varastointia varten,
- miten tavoitemitat on saavutettu,
- tuhot.

Istutusvaiheessa tarkastettavia ominaisuuksia ovat:

- taimissa ei ole tuhoja tai vikoja,
- miten taimet täyttävät mittavaatimukset.

Mukautuminen tarkoittaa kasvissa tapahtuvia toiminnan ja rakenteen muutoksia, jotka lisäävät kasvin eloonjäämistä ja kasvua tietyissä olosuhteissa. Tämän vuoksi taimen erilaisia rakenteellisia ja toiminnallisia ominaisuuksia käytetäänkin arvioitaessa taimien laatua ja maastomenestymistä. Yksittäisten taimien tai taimierien maastomenestymisen ennustaminen on kuitenkin vaikeaa monien syiden vuoksi.

Kaikkia istutukseen menevien taimien kasvuominaisuuksia ei voida mitata tai tarkistaa. Taimien kasvuolosuhteet taimitarhalloissa ovat olleet suotuisat kasvulle, mutta muuttuvat varsin ennustamattomiksi istutuspaikan olosuhteiksi. Taimien mukautuminen kasvupaikalle tunnetaan pääpiirtein (esim. Kauppi 1984, Duryea 1985, Grossnickle ja Folk 1993), mutta malli, joka ennustaisi taimen selviytymisen kasvupaikalla (mukautumisen), odottaa vielä ratkaisuaan.

3 Laadun testausmenetelmät

3.1 Ideaalinen testausmenetelmä

Hyvälle, ideaaliselle taimien laadun testausmenetelmälle voidaan (helposti) asettaa useita vaatimuksia. Tällaisia ominaisuuksia ovat mm.

- testi on nopea käyttää,
- testi on helppo ymmärtää ja yksinkertainen käyttää,

I upptagningsfasen kan följande egenskaper följas upp:

- speciellt i vilket stadium viloperioden är med tanke på vinterlagring,
- hur de målsatta måtten uppnåtts,
- skador.

I planteringsfasen granskas följande egenskaper:

- plantorna har inga skador eller fel,
- hur plantorna uppfyller måttkraven.

Anpassning betyder funktionella och strukturella förändringar i växten vilka ökar växtens överlevnadsmöjlighet och tillväxt under vissa förhållanden. Därför används plantans olika strukturella och funktionella egenskaper när man bedömer plantornas kvalitet och hur de klarar sig i fält. Det finns dock flera orsaker till att det är svårt att förutsäga hur enskilda plantor eller plantpartier reder sig i fält.

Alla tillväxtegenskaper hos plantor som skall planteras kan inte mätas eller kontrolleras. Plantornas betingelser i plantskolan har varit fördelaktiga med tanke på tillväxten, men förhållandena på planteringsplatsen är rätt svåra att förutsäga. I huvuddrag känner man till hur plantor anpassar sig till växtplatsen (t.ex. Kauppi 1984, Duryea 1985, Grossnickle och Folk 1993), men vi har ännu inte fått fram någon modell som kan förutsäga hur plantan klarar sig på växtplatsen (anpassning).

3 Kvalitetsprovningmetoder

3.1 En idealisk provningsmetod

Det är lätt att ställa flera krav på en bra, idealisk metod för provning av plantkvaliteten. Dylika kriterier är bl.a.

- testet är snabbt,
- det är lätt att förstå och använda testet,
- testet är förmånligt,

- testi on edullinen,
- testi antaa luotettavia tuloksia,
- testi ei tuhoa taimia,
- testi antaa sellaisia mitta-asteikollisia tunnuksia, joille voidaan laskea luotettavuuslukuja,
- testi on taimien vikoja diagnosoiva.

3.2. Aineelliset tunnuksset

3.2.1 Rakenteelliset tunnuksset

Pituus ja pituuskasvu kuvaavat taimen neulas- tai lehtimassan määrää. Tämä puolestaan kuvaa taimen fotosynteesin ja haihdunnan mahdollista määrää.

Rangan läpimitta kuvaa juuriston kokoa tai laajuutta eli juuriston mahdollista vedenottoa. Juuriston massa tai pituus kuvaavat myös vedenottoa. Vettä otavan ja vettä haihduttavien massojen suhdetta kuvataan verso/juurisuhteella.

Silmun koko ennustaa pituuskasvun määrää.

3.2.2. Toiminnalliset tunnuksset

Taimen kaasujenvaihtoa, fotosynteesiä, hengitystä tai haihduntaa mittaamalla voidaan saada kuva kasvin hetkellisen toiminnan aktiivisuudesta. Aktiivisuus riippuu monista kasvutekijöistä, mutta etenkin ympäristöolosuhteista samoin kuin mittauksen edeltävistä olosuhteista.

- testet ger tillförlitliga resultat,
- testet förstör inte plantor,
- testet ger kända täcken som graderas och för vilka man kan räkna ut reliabiliteten,
- testet diagnostiserar fel på plantorna.

3.2. Materiella egenskaper

3.2.1 Strukturella egenskaper

Längden och tillväxten beskriver plantans barr- eller lövmassa. Detta beskriver å sin sida hurdan fotosyntes och avdunstning plantan har.

Rothalsdiametern beskriver rotsystemets storlek eller omfång, dvs. rötternas vattenupptagningsförmåga. Rotsystemets massa eller längd avspeglar också vattenupptagningsförmågan. Förhållandet mellan massor som upptar vatten och massor som avdunstar vatten beskrivs med relationen skott/rot.

Knoppstorleken förutsäger tillväxten.

3.2.2 Funktionella egenskaper

Genom att mäta **plantans gasutbyte**, fotosyntes, andning eller avdunstning kan man få en bild av den momentana verksamhetens aktivitet i växten. Aktiviteten beror på många tillväxtfaktorer, men speciellt på miljöförhållandena och förhållandena före mätningen.

Taulukko 1. Rakenteellisten laatutunnusten käytön etuja ja haittoja

Etuja	Haittoja
<ul style="list-style-type: none"> • Yksinkertainen mitata, myös suuria määriä • Ei tuhoa taimia • Antaa määrällisiä tunnuksia (tilastolliset tunnuksset laskettavissa) • Vauriot versossa tai juuristossa voidaan havaita • Rakenteellisten tunnuksien ja maastomestymisen välillä suhteellisen hyvä yhteys 	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnukset eivät kuvaa taimen toiminnallista kuntoa • Toiminnallisia häiriöitä ei voida havaita

Tabell 1. Fördelar och nackdelar vid användning av strukturella kvalitetsegenskaper.

Fördelar	Nackdelar
<ul style="list-style-type: none">• Lätt att mäta, även stor mängder• Förstör inte plantor• Ger kvantitativa kännetecken (statistiska kriterier kan räknas)• Skador på skott eller i rotsystem kan upptäckas• Relativt bra samband mellan strukturella egenskaper och utveckling i fältförhållanden	<ul style="list-style-type: none">• Egenskaperna beskriver inte plantans funktionella skick• Funktionella störningar kan inte upptäckas

Uusi menetelmä mitata kasvin yhteyttä-miskoneiston kuntoa ja tehokkuutta on ns. klorofyllifluoresenssimenetelmä. Paljon yksinkertaisista menetelmä mittaa sen valoneergian määrää, jota heijastuu takaisin kasvin lehdestä yhteyttämisen aikana. Mitä enemmän valoa heijastuu takaisin, sitä heikommin klorofylli toimii. Tämän oletetaan kuvaavan fotosynteesijärjestelmän huonoa kuntoa tai vaurioita, ja antavan vastaavasti huonon ennusteen kasvulle.

Taimen vesipotentiaali on yksi tunnus, joka kuvaa kasvin vesitaloutta. Vesipotentiaali vaihtelee kuitenkin nopeasti ilman lämpötilan ja haihduntaimun mukaan, joten vesipotentiaali kuvaa taimen vesitilannetta vain hetkellisesti. Istutustaimien vesitilanne riippuu kasvupaikan vesiolosuhteista, joita olosuhteita taimien vesitalous kuvaa jo parin päivän kuluessa istutuksesta.

Kemialliset tunnuks ovat taimen ravinnepitoisuutta kuvaavia tai vararavintovarastoja (hiilihydraatteja) kuvaavia tunnuksia (kuva 2).

Vuotuisen kasvun vaihe kuvaa, onko taimi aktiivi- vai lepovaiheessa. Lepovaiheessa olevat taimet näyttävät kestävästi erilaisia rasisolosuhteita paremmin kuin aktiivivaiheessa. Siksi niitä voidaan varastoida vain lepovaiheessa, nosto- tai kuljetusvauriot ovat vähäisempiä jne.

En ny metod för mätning av tillståndet och effektiviteten hos växtens fotosyntesmaskineri är den s.k. klorofyllfluoresensmetoden. Förenklat kan man säga att metoden mäter den mängd ljusenergi som återkastas från växtens blad under fotosyntesen. Ju mer ljus återkastas desto svagare fungerar klorofyllet. Detta antas beskriva fotosyntessystemets dåliga skick eller skador och innebär därför en dålig tillväxtprognos.

Plantans vattenpotential är ett kännetecken som visar växtens vattenhushållning. Vattenpotentialen varierar dock snabbt i takt med lufttemperaturen och avdunstningsintensiteten och därför beskriver vattenpotentialen endast momentant plantans vattensituation. Plantans vattensituation beror på växtplatsens vattenförhållanden, som plantornas vattenhushållning avspeglar redan ett par dagar efter planteringen.

Kemiska egenskaper är kriterier som beskriver plantans näringshalt eller reservnäringslager (kolhydrater) (figur 2).

Den årliga tillväxtfasen visar om plantan är i en aktiv period eller i en viloperiod. Under viloperioden verkar plantorna uthärda olika stressförhållanden bättre än under den aktiva perioden. Därför kan de lagras endast under viloperioden. Härvid minskar exempelvis upptagnings- eller leveransskadorna.

3.3. Suoriutumistunnukset

Juuriston kasvupotentiaali

Vain ulkoiset juuristovauriot voidaan havaita, mutta kuivuudesta, kylmyydestä tms. aiheutuneita vahinkoja juurten toiminnassa ei voida havaita. Tällaiset vauriot näkyvätkin vasta muutamien viikkojen tai kuukausien kuluttua kasvussa tai eloonjäämisessä. Vauriot voivat syntyä monissa taimiviljelyn tai huollon vaiheissa: juuristojen palttumisen taimikenoissa yllättävän syyskallan vuoksi, tai juuret voivat kuivua väli-varastoinnin aikana.

Juuriston kasvupotentiaali mitataan kasvattamalla edustavaa otosta taimierästä juuriston kasvulle suotuisissa olosuhteissa n. 2 viikkoa. Tämän jälkeen lasketaan uusien juurten kärkien määrä. Määrä voidaan laskea kaikkien uusien, valkoisten juurten kärkien määränä, tai laskea eri pituusryhmiin kuuluvien juurten määrä.

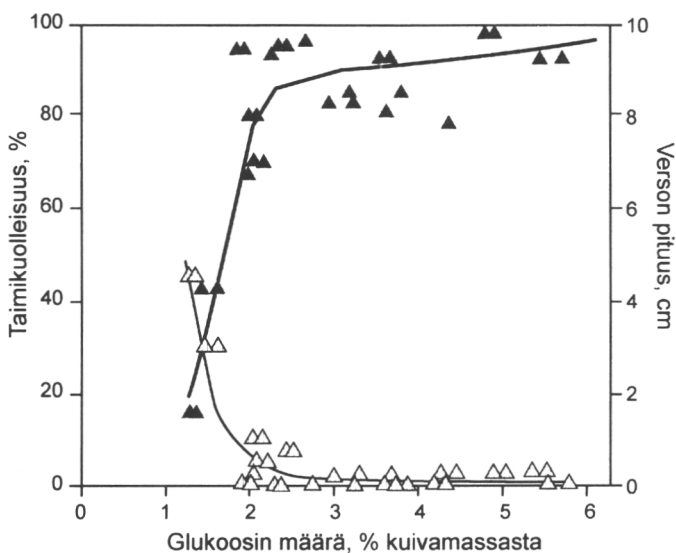
3.3 Prestationsegenskaper

Rotsystemets tillväxtpotential

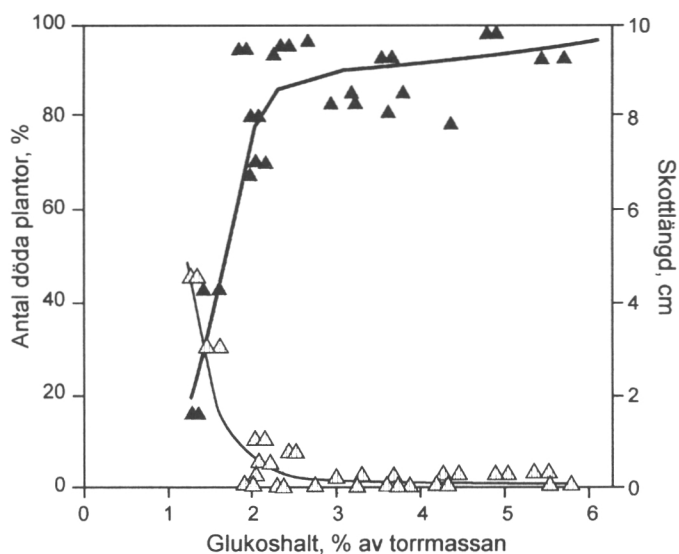
Endast yttre rotskador kan upptäckas, medan skador i rötternas verksamhet som orsakats av t.ex. torka och köld inte märks. Dylika skador syns först efter några veckor eller månader i tillväxten eller överlevnaden. Skadorna kan uppkomma i flera stadier av odlingen eller skötseln av plantorna. Rötterna kan exempelvis frysa i krukseten under en överraskande höstfrost eller de kan torka under mellanlagringen.

Rotsystemets tillväxtpotential mäts genom att man under ca 2 veckor odlar ett representativt urval av plantpartiet under förhållanden som är fördelaktiga för rottillväxten. Därefter räknas antalet nya rotspetsar. Antalet kan vara summan av alla nya vita rotspetsar eller så kan man räkna antalet rötter inom olika längdgrupper.

Kuva 2. Taimikuolleisuuden (mustat kolmiot) ja taimen kasvun (harmaat kolmiot) riippuvuus taimen vararavintomäärästä, jota on kuvattu glukoosipitoisuudella. Noin 2 %:n glukoosimäärän alapuolella taimikuolleisuus lisääntyy nopeasti, samoin kuin verson pituuskasvu vähenee. (Puttonen 1986.)



Figur 2. Plantdödlighetens (svarta trianglar) och planttillväxtens (gråa trianglar) beroende av mängden reservnärning, som beskrivs med glukoshalten. När glukoshalten är under ca 2 % ökar plantdödligheten snabbt. Då minskar även skotttillväxten. (Puttonen 1986.)



Juuriston aktiivisuuteen vaikuttavat hyvin monet tekijät, kuten puulaji, käytettävä alkuperä, kylvöaika, kasvatusrutiinit (kastelu, lannoitus), karaistumisen vaihe tai kasvukauden olosuhteet. Siksi mitään yleistä arvioita hyvälle juuriston kasvukyvylle ei voidakaan antaa, vaan arvot ovat taimitarhakohtaisia. Koska kasvuolosuhteet vaihtelevat myös vuosittain, taimitarhalla kasvupotentiaalin tunnuksia tulisi seurata vuosittain.

Kylmänkestävyys

Kylmänkestävyydestä perustuvat taimien altistamiseen pakkaselle. Tämän jälkeen kylmänkestävyys voidaan arvioida visuaalisesti tai kemiallisia menetelmiä käyttäen. Kylmänkestävyyden mittaamenetelmä on siis epäsuora. Jos käytetään visuaalista menetelmää, se vaatii taimien kasvatuksen suotuisissa olosuhteissa 1–2 viikkoa, jonka jälkeen todetaan värimuutokset neulasissa tai muut rakenteelliset muutokset.

Ett stort antal faktorer påverkar rotsystemets aktivitet. Exempel på dessa är trädart, proveniens, såddtidpunkt, odlingsrutiner (bevattning, gödsling), härdningsskede eller vegetationsperiodens förhållanden. Därför kan man inte göra en allmän uppskattning av rotsystemets tillväxtförmåga, utan värdena är plantskolespecifika. Eftersom vegetationsförhållandena är olika från år till år bör tillväxtpotentialens kännetecken följas upp årligen i plantskolan.

Köldhärdighet

Köldhärdighetstest grundar sig på att plantorna utsätts för köld. Därefter kan köldhärdigheten bedömas visuellt eller med kemiska metoder. Metoden att mäta köldhärdighet är alltså indirekt. Om man använder visuell metod skall plantorna odlas 1–2 veckor i gynnsamma förhållanden varefter färgändringarna i barren eller andra strukturella förändringar observeras. Elektronflödestestet är en rätt långt utvecklad metod för

Elektronivuototesti on varsin pitkälle kehitetty menetelmä solukoiden kylmänkestävyyden toteamiseen. Sillä tulokset saadaan parin päivän kuluessa.

Kylmänkestävyydstutkimuksen haaste on edelleen kehittää menetelmä, jolla *suoraan* voidaan mitata kasvin pakkasenkestävyys.

Stressitesti

Menetelmä perustuu ajatukseen, että jos rasisolosuhteisiin joutuvat taimet altistuksen jälkeen ovat elossa ja kasvavat, on niiden laatukin hyvä. Tässäkin menetelmässä vaaditaan 1–2 viikon taimien kasvatusta rasisuhteen jälkeen elossaolon ja kasvun toteamiseksi. Rasisolosuhteina on käytetty kuivattamista tai korkeaa lämpötilaa tai näiden yhdistelmiä. Menetelmä on alun perin kehitetty alueella (läntinen Pohjois-Amerikka), jossa kuivumisen aiheuttama rasisuus maastossa sekä kuumuus ovat tyypillisiä taimia tappavia tekijöitä.

3.4. Kuinka nopea on laadun arviointi, ja kauanko tulos on voimassa?

Tärkeä näkökohta laatua arvioitaessa on, kuinka nopeasti tulos on käytettävissä. Esimerkiksi, jos keväällä epäillään taimierän saaneen pakkasvauriota juuristoon, arviointitulos on saatava nopeasti ennen kuljetusta viljelypaikalle. Taulukossa 2 on esitetty arvio, kuinka kauan kestää taimilaadun arviointi erilaisilla menetelmillä.

Laatutesteillä pyritään myös ennustamaan taimien menestymistä, ts. kuinka kauan mittaus tulos on 'voimassa' maasto-olosuhteissa. Taulukossa 3 on arvio menetelmien kyvystä ennustaa taimien menestymistä istutuspaikalla.

Erilaiset laatutunnukset ja niissä oleva vaihtelu johtaakin erilaisiin lajitteluperiaat-

fastställande av vävnadens köldhärdighet. Testet ger resultat inom ett par dagar.

En utmaning inom köldhärdighetsforskningen är att utveckla en metod med vilken man kan *direkt* mäta växtens köldhärdighet.

Stresstest

Metoden bygger på tanken att om plantor som utsätts för stressförhållanden lever och växer efter exponeringen är deras kvalitet hög. Även i denna metod måste man odla plantorna 1–2 veckor efter exponeringen i syfte att fastställa överlevnaden och tillväxten. Stressförhållanden åstadkoms genom torkning eller hög temperatur eller en kombination av dessa. Metoden har ursprungligen utvecklats i ett område (västra Nordamerika) där torka och hetta i terrängen är typiska element som dödar plantor.

3.4 Hur snabbt kan kvaliteten bedömas och hur länge gäller resultatet?

En viktig aspekt vid kvalitetsbedömning är hur snabbt man får resultatet. Om man exempelvis på våren misstänker att plantpartiet fått köldskador i rotsystemet är det viktigt att bedömningsresultatet fås snabbt innan plantorna levereras till odlingsplatsen. I tabell 2 visas en uppskattning av hur länge bedömningen av plantkvaliteten tar med olika metoder.

Med kvalitetstest strävar man även efter att förutsäga hur plantorna utvecklar, dvs. hur länge mätresultatet "gäller" i fältförhållanden. I tabell 3 visas en kalkyl över metodernas förmåga att förutsäga hur plantorna klarar sig på planteringsplatsen.

Olika kvalitetsegenskaper och variationen i dessa leder till olika sorteringsprinciper. Plantsorteringen kan göras som individuell klassificering eller per plantparti.

Taulukko 2. Erilaisilla arviointimenetelmillä tarvittava aika taimilaadun mittaukseen. Oletuksena on, että mitataan edustava otos taimierästä.

Laadun arviointimenetelmä	Taimierän arviointiin kuluva aika
A. Rakenteelliset tunnuksset	Muutamia tunteja
B. Toiminnalliset tunnuksset Kaasujenvaihto Taimen vesitalous Kemialliset tunnuksset	Muutamia tunteja Muutamia tunteja Muutamia päiviä
C. Suoritusominaisuudet Juurten kasvupotentiaali Kylmänkestävyys Stressitestit	1 – 2 viikkoa 1 – 2 viikkoa 1 – 2 viikkoa

Taulukko 3. Erilaisilla arviointimenetelmillä – rakenteelliset, toiminnalliset ja suoritusominaisuudet – saadun ennusteen kesto aika.

Laadun arviointimenetelmä	Ennusteen kesto aika
A. Rakenteelliset tunnuksset	Vuosi, muutamia vuosia
B. Toiminnalliset tunnuksset Kaasujenvaihto Taimen vesitalous Kemialliset tunnuksset	Muutamia päiviä Muutamia päiviä, viikkoja Muutamia viikkoja
C. Suoritusominaisuudet Juurten kasvupotentiaali Kylmänkestävyys Stressitestit	Muutamasta viikosta pariin vuoteen Vuosi, pari vuotta Vuosi, pari vuotta

teisiin. Taimien lajittelu voidaan tehdä joko yksittäislajitteluna tai lajitteluna taimierittäin.

Laatutunnukset voidaan määrittää joko taimierille tai jokaiselle taimelle. Näinhän tehdään esim. käytettäessä rakenteellisia tunnuksia pituutta ja läpimittaa. Ensin saadaan arvio taimierästä, ja sen jälkeen nostovaiheessa lajitellaan taimet vielä yksittelen pituus-, läpimitta ja kuntokriteerien perusteella.

Kvalitetsegenskaperna kan fastställas antingen för plantpartier eller för varje planta. Så görs exempelvis när de strukturella kännetecknen längd och diameter används. Först fås en uppskattning av plantpartiet, och därefter sorteras plantorna vid upptagningen ännu var för sig enligt längd, diameter och skick.

4. Laatu- ja menetelmät

4.1 Laatu vaihtelee

Taimien laatua mittaavissa tunnuksissa voi olla laajaa vaihtelua, kuten Jalkasen ym. (1989, 1992, 1995) tutkimukset paljasjuurisilla taimilla osoittavat. Tehdyissä tarkasteluissa kävi myös ilmi, hieman yllättävästi, että paljasjuurisilla taimilla suuri osa vaihtelusta on taimierän sisällä ja nimenomaan lähitaimien välillä. Myös paakkutaimilla laatu- ja menetelmien vaihtelu on suurta tai jopa suurinta taimiarkkien sisällä. Nämä tulokset

4. Metoder som lämpar sig för kvalitetsprovning

4.1 Kvaliteten varierar

De egenskaper som mäter plantkvaliteten kan variera mycket, så som undersökningar med barrotsplanter av Jalkanen et al. (1989, 1992, 1995) visar. Granskningarna visade även, något överraskande, att man hos barrotsplanter fann de flesta variationerna inom ett plantparti och speciellt mellan närliggande planter. Även hos täckrotsplanter var variationerna i kvalitetsegenskaperna stora eller t.o.m. störst inom plant-

Tabell 2. Tidsåtgång vid mätning av plantkvaliteten med olika bedömningsmetoder. Man antar att ett representativt urval ur plantpartiet mäts.

Kvalitetsbedömningsmetod	Tid som går åt till att bedöma ett plantparti
A. Strukturella egenskaper	Några timmar
B. Funktionella egenskaper	
Gasutbyte	Några timmar
Plantans vattenhushållning	Några timmar
Kemiska egenskaper	Några dagar
C. Prestationsegenskaper	
Rötsystemets tillväxtpotential	1 – 2 veckor
Köldhärdighet	1 – 2 veckor
Stresstålighet	1 – 2 veckor

Tabell 3. Giltighetstid för prognoser som erhållits med olika bedömningsmetoder – strukturella och funktionella egenskaper samt prestationsegenskaper.

Kvalitetsbedömningsmetod	Prognosen gäller
A. Strukturella egenskaper	Ett år, några år
B. Funktionella egenskaper	
Gasutbyte	Några dagar
Plantans vattenhushållning	Några dagar, veckor
Kemiska egenskaper	Några veckor
C. Prestationsegenskaper	
Rötternas tillväxtpotential	Från några veckor till ett par år
Köldhärdighet	Ett år, ett par år
Stresstålighet	Ett år, ett par år

osoittavat epätasaisuutta hyvin pienellä taimen kasvualalla.

Edellisestä tarkastelusta on jo käynyt ilmi, ettei ole mitään hyvää yleispätevää taimien laadun arviointimenetelmää. Muutamia menetelmiä tarjoavat kuitenkin enemmän sovellettavuutta kuin toiset.

Rakenteelliset tunnuks, kuten taimen pituus, läpimitta ja juuristoa kuvaavat tunnuks

et ovat olleet jo hyvin pitkään käytössä. Monet tutkimukset ovat osoittaneet, että taimien rakenteellisilla tunnuksilla voidaan ennustaa maastomenestymistä. Thompsonin (1985) yhteenvedo ja katsaus sekä Rikalan (1989) tutkimukset osoittavat, että käyttämällä rakenteellisiä tunnuksia taimierästä voidaan lajitella pois sellaiset taimet, jotka varsin todennäköisesti menestyisivät huonosti istutuspaikalla. Rikalan (1989) tutkimus osoittaa varsin hyvin rakenteellisiin ominaisuuksiin perustuvan lajittelun käyttökelpoisuuden. Työssä tarkasteltiin hyväksytyjen ja hylättyjen männyntaimien menestymistä. Pituuden, läpimitan tai/ja kunnan perusteella hylättyjä taimia kuivattiin. Kahdeksan vuoden jälkeen maastossa hyväksytyjen taimien keskipituus oli noin 240 cm, kun taas hylättyjen taimien keskipituus oli vain 150 cm (kuva 3). Hylättyjen taimien elossaolo oli 40 % ja hyväksytyjen taimien 74 %. Kuivatuskäsittely vähensi kumpienkin taimien pituutta 20 cm.

Toiminnallisista tunnuksista kaasujenvaihdolla, taimien vesitaloudella, kemiallisilla tunnuksilla ja lepotilan mittarilla on rajoitettu sovellettavuutensa.

Kaasujen vaihto, yhteyttäminen, hengitys ja haihdunta, kuvaavat hyvin hetkellistä taimen toiminnallista tilaa. Harvoin kuitenkin olemme kiinnostuneita hetkellisistä ominaisuuksista. Vain haihdunnalla on havaittu olevan jonkinlainen yhteys taimen toimintaan muutamien päivien tai viikkojen päästä.

arken. Dessa resultat visar att kvaliteten är ojämn på mycket små växytor.

Granskningen ovan har redan visat att det inte finns någon bra, allmängiltig kvalitetsbedömningsmetod. Några av metoderna är dock lämpligare än andra.

Strukturella egenskaper, så som plantans längd och diameter samt kännetecken som beskriver rotsystemet har använts redan länge. Många undersökningar har visat att fältframgången kan förutsägas med plantornas strukturella egenskaper. Thompsons (1985) sammandrag och översikt samt Rikalas (1989) undersökning visar att man med hjälp av strukturella egenskaper kan sortera bort från plantpartiet sådana planter som sannolikt skulle klara sig dåligt på planteringsplatsen. Rikalas (1989) undersökningar visar rätt klart lämpligheten hos sortering som grundar sig på strukturella egenskaper. I arbetet granskades hur godkända och underkända tallplanter klarade sig. Planter som underkänts på grund av längd, diameter eller/och skick utsattes för torka. Åtta år efter plantering var medellängden på de godkända plantorna ca 240 cm, medan medellängden på de underkända plantorna var endast 150 cm (figur 3). Av de underkända plantorna överlevde 40 % och av de godkända plantorna 74 %. Torkningen minskade båda plantklassernas längd med 20 cm.

Av de **funktionella egenskaperna** kan gasutbyte, plantornas vattenhushållning, kemiska egenskaper och mätning av viloperiod tillämpas endast begränsat.

Gasutbyte, fotosyntes, andning och avdunstning beskriver väl plantans momentana funktionsläge. Vi är dock sällan intresserade av momentana egenskaper. Endast avdunstningen har konstaterats ha ett visst samband med plantans funktion efter några dagar eller veckor.

Plantornas vattenhushållning, så som

Taimien vesitalous, kuten vesipotentiaali, kuvaa hetkellistä taimen kosteustilannetta. Siten se sopii esim. sen toteamiseen, ovatko taimet kuivuuden vaivamia kasvatuksen kuluessa. Taimen menestymisen ennustamiseen menetelmä ei juurikaan sovellu, sillä kasvin vesipotentiaali on riippuvainen istutuspaikan vesiolosuhteista. Taimen vesitalous noudattaa hyvin pian istutuksen jälkeen istutuspaikan vesitilannetta.

Klorofyllifluoresenssi-menetelmä on suhteellisen uusi menetelmä, jonka käyttökelpoisuus taimitarhoilla on parantunut tuotekehittelyn ja etenkin elektroniikan ansiosta. Menetelmä on nopea ja ilmeisesti hyvin taimen tulevaa kehitystä ennustava. Laitteen käytöstä on kuitenkin saatava lisää kokemuksia.

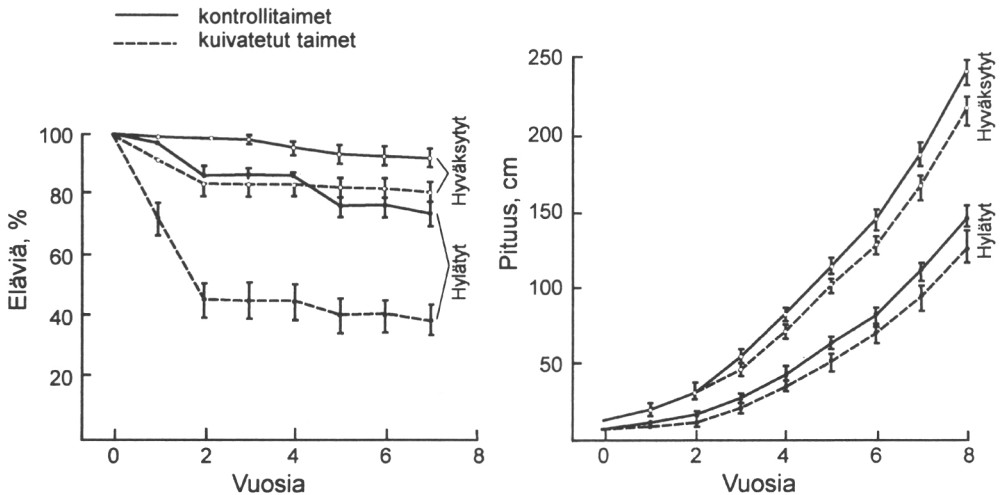
Suoritusominaisuuksista juurten kasvupotentiaali, kylmänkestävyystesti ja stressitestit kaikki ovat hyviä laadun mittareita, sillä nämä tunnuksot yhdistävät monia yksittäistunnuksia.

vattenpotentialen, beskriver plantans momentana fukthalt. Metoden lämpar sig exempelvis för att fastställa om plantorna lider av torka under odlingen. Metoden är knappast alls lämpad för att förutsäga hur plantorna klarar sig, eftersom växtens vattenpotential är beroende av planteringsplatsens vattenförhållanden. Mycket snabbt efter planteringen rättar sig plantans vattenhushållning efter vattenläget på planteringsplatsen.

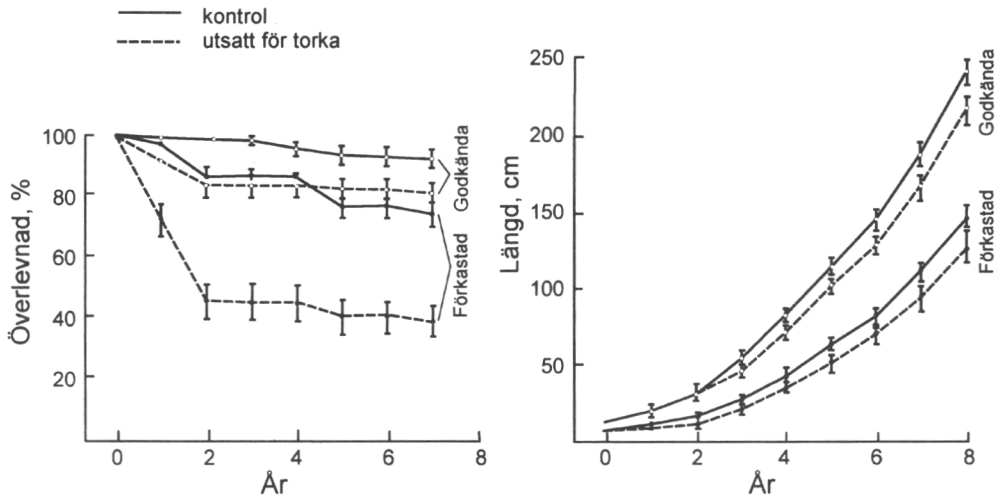
Klorofyllfluorescensmetoden är en relativt ny metod vars användbarhet på plantskolorna förbättrats tack vare produktutvecklingen och framför allt elektroniken. Metoden är snabb och med hjälp av den kan man uppenbarligen förutsäga plantans kommande utveckling bra. Ytterligare erfarenheter av användningen av apparaturen behövs dock.

Av **prestationsegenskaperna** är *rötternas tillväxtpotential, köldhärdighet* och *stressstålighet* alla goda kvalitetsmätare, ef-

Kuva 3. Taimilajittelussa hyväksytyjen ja hylättyjen taimien kuolleisuus ja kasvu 8 vuoden kuluessa maastotesteissä. (Rikala 1989.)



Figur 3. Dödlighet och tillväxt hos plantor som godkända eller underkända vid plantsorteringen samt plantornas tillväxt under 8 år i fältet. (Rikala 1989.)



Juurten kasvupotentiaali mittaa, lähte-
våtkö taimien juuret kasvuun suotuisissa
testiolosuhteissa. Testin vaatima aika, n. 2
viikkoa, on hieman liian pitkä rutiinikäyttöön.
Menetelmä sopii esim. tilanteeseen, jossa
jonkun taimierän epäillään olevan vaurioi-
tunut esimerkiksi syys- tai kevät-pakkasen
vuoksi.

Kylmänkestävyytstestistä ns. elektroni-
vuototesti on verraten nopea ja luotettava-
kin. Sillä voidaan erottaa huonosti toimivat
ja kuolleet taimet. Elävistä taimista mene-
telmä ei juuri pysty eroja havaitsemaan.
Elektronivuotomenetelmä voi antaa esim.
taimien nostovaiheessa tarpeellista tietoa
kylmänkestävyydestä.

Stressitesti kuvaavat taimen toimintaa
rasitusolosuhteissa melko hyvin. Niidenkin
haittana on, samoin kuin juuriston kasvu-
potentiaalimittauksella, hitaus sekä väli-
neiden tai laitteistojen tarve.

tersom dessa förenar många separata kän-
netecken.

Rötternas tillväxtpotential mäter om
plantornas rötter börjar växa i fördelaktiga
testförhållanden. Testet tar ca 2 veckor, vil-
ket är litet för lång tid med tanke på rutin-
användning. Metoden lämpar sig för si-
tuationer där man misstänker att något
plantparti skadats till följd av exempelvis
höst- eller vårfrost.

Av köldhärdighetstesten är det s.k. elek-
tronflödestestet rätt snabbt och tillförlitligt.
Med hjälp av testet kan dåligt fungerande
och döda plantor särskiljas. I levande plan-
tor kan metoden knappast upptäcka några
skillnader. Elektronflödesmetoden kan ge
erforderlig information om köldhärdigheten
t.ex. när plantorna tas upp.

Stresstesten beskriver rätt väl plantans
funktion under stressförhållanden. Deras
nackdel är dock, i likhet med mätningen av
rotsystemets tillväxtpotential, att de är lång-
samma och att man behöver utrustning el-
ler apparatur.

4.2 Ei yleissopivaa laadun määrittymenetelmää

Tutkimuksen ja kokemuksen perusteella näyttää, ettei mitään yksittäistä laadun arviointimenetelmää voida käyttää kaikissa taimikasvatuksen ja -huollon vaiheissa.

Edelleen parhain menetelmä näyttäisi olevan taimien rakenteellisten tunnusten (pituus, läpimitta, ulkoiset viat) mittaus.

Taimien loppulaatu istutuspaikalla syntyy kaikista kasvatustoimenpiteistä taimitarhalla yhdistyneenä hyvään taimihuoltoon (kuva 4). Siksi taimitarhakasvatuksen tulisi korostaa tasaisen taimimateriaalin tuottamista. Sen ilmeinen seuraamus on, että taimien laatutunnuksissa, etenkin rakenteellisissa tunnuksissa, on vähemmän vaihtelua. Tämä mahdollistaa myös taimien lajittelun taimierittäin yksittäisten taimien lajittelun sijasta. Vähentynyt taimierän sisäinen vaihtelu myös lisää erittäisen lajittelun luotettavuutta.

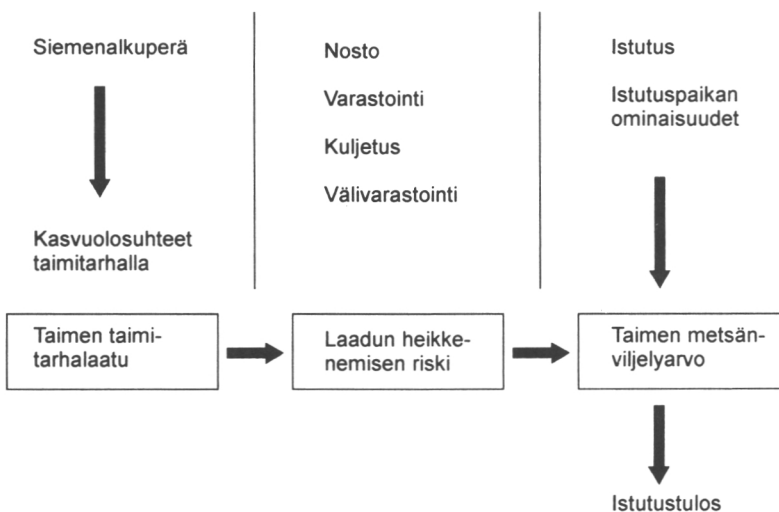
4.2 Ingen allmängiltig kvalitetsbedömningsmetod

På basis av undersökningar och erfarenhet förefaller det att man inte kan använda endast en kvalitetsbedömningsmetod i alla stadier av plantodlingen och plantskötseln.

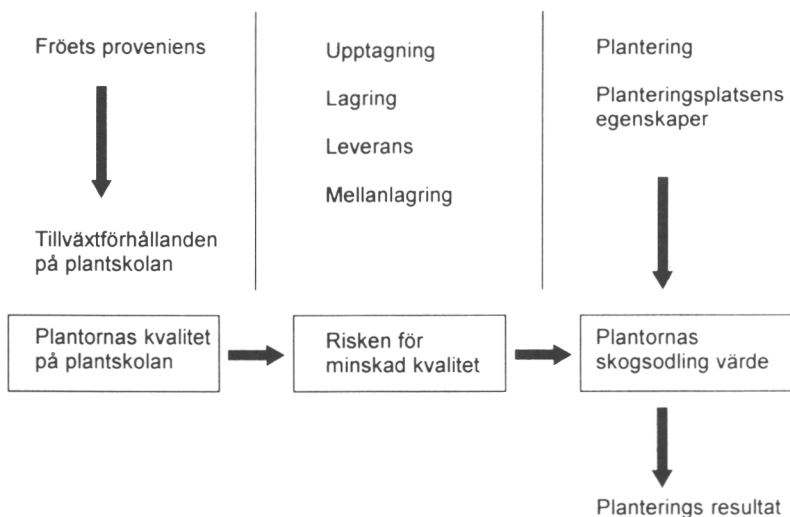
Fortfarande verkar den bästa metoden vara att mäta plantornas strukturella egenskaper (längd, diameter, yttre skador).

Plantans slutliga kvalitet på planteringsplatsen är en följd av alla odlingsåtgärder på plantskolan i förening med god plantskötsel (figur 4). Därför bör man vid plantodlingen betona vikten av att producera plantmaterial med jämn kvalitet. En uppenbar följd härav blir att det finns mindre variationer i plantornas kvalitetsegenskaper, framför allt i de strukturella egenskaperna. Då blir det också möjligt att sortera plantorna partvis i stället för sortering av individuella plantor. Om den interna variationen i plantpartiet minskar ökar även tillförlitligheten vid partvis sortering.

Kuva 4. Monet eri tekijät ja vaiheet vaikuttavat taimen istutustulokseen.



Figur 4. Många faktorer och faser inverkar på planteringsresultatet.



Kirjallisuus

- Duryea, M.L. 1985 (toim.). Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 143 s.
- Grossnickle, S.C. & Folk, R.S. 1993. Stock quality assessment: forecasting survival and performance on a reforestation site. *Tree Planters' Notes* 44(3): 113–121.
- Jalkanen, A. 1989. Height uniformity of Scots pine transplant batches in Finnish nurseries. *Julkaisussa: Mason, W.L., Deans, J.D. & Thompson, S. (toim.). Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement, Vol. 62, s. 21–28.*
- & Rikala, R. 1995. Foliar nutrient composition in bareroot *Pinus sylvestris* nursery crops. *New Forests* 10(3): 225–237.

Litteratur

- Duryea, M.L. 1985 (red.). Evaluating Seedling Quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 143 s.
- Grossnickle, S.C. & Folk, R.S. 1993. Stock quality assessment: forecasting survival and performance on a reforestation site. *Tree Planters' Notes* 44(3): 113–121.
- Jalkanen, A. 1989. Height uniformity of Scots pine transplant batches in Finnish nurseries. I: Mason, W.L., Deans, J.D. & Thompson, S. (red.). Producing uniform conifer planting stock. *Forestry Supplement, Vol. 62, s. 21–28.*
- & Rikala, R. 1995. Foliar nutrient composition in bareroot *Pinus sylvestris* nursery crops. *New Forests* 10(3): 225–237.

- , Rikala, R. & Smolander, H. 1992. Variability of morphological characteristics in bareroot *Pinus sylvestris* nursery stock. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7:83–97.
- Kauppi, P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation on the planting site. *Acta Forestalia Fennica* 185. 49 s.
- Rikala, R. 1989. Planting performance of size graded Scots pine seedlings. *Julkaisussa: Mason, W.L., Deans, J.D. & Thompson, S. (toim.). Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement, Vol. 62, s. 29–37.*
- Ritchie, G.A. 1984. Assessing seedling quality. *Julkaisussa: Dureya, M.L. ja Landis, T.D. (toim.). Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, s. 243–259.*
- Thompson, B.E. 1985. Seedling morphological evaluation – What you can tell by looking. *Julkaisussa: Dureya M.L. (toim.). Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory. Oregon State University, Corvallis, Oregon, s. 53–71.*
- , Rikala, R. & Smolander, H. 1992. Variability of morphological characteristics in bareroot *Pinus sylvestris* nursery stock. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7:83–97.
- Kauppi, P. 1984. Stress, strain, and injury: Scots pine transplants from lifting to acclimation on the planting site. *Acta Forestalia Fennica* 185. 49 s.
- Rikala, R. 1989. Planting performance of size graded Scots pine seedlings. I: *Mason, W.L., Deans, J.D. & Thompson, S. (red.). Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement, Vol. 62, s. 29–37.*
- Ritchie, G.A. 1984. Assessing seedling quality. I: *Dureya, M.L. ja Landis, T.D. (red.). Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, s. 243–259.*
- Thompson, B.E. 1985. Seedling morphological evaluation – What you can tell by looking. I: *Dureya M.L. (red.). Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory. Oregon State University, Corvallis, Oregon, s. 53–71.*

Laatujohtaminen taimitarhalla

Laatutietoisuus ja laatuajattelu vaikuttavat voimakkaasti siihen, kuinka hyvää laatua taimitarha pystyy asiakkailleen tuottamaan. Laatutietoisuus kehittyy sen perusteella, kuinka taimitarhalla on perinteisesti suhtaututtu laatuun ja kuinka paljon laadun kehittämiseen on panostettu.

Kaikkea toimintaa on ajateltava asiakkaan näkökulmasta, eikä laatu synny taikatempuilla, vaan työllä. Laatua johdetaan toisiasiioihin ja mittauksiloksiin perustuen, ei MUTU-menetelmällä. Näkökulma laatuajattelussa on aina tulevaisuuteen ja eteenpäin. Mikäli halutaan todellista laadun parantamista taimitarhalla, täytyy tapahtua muutoksia henkilöstön asenteissa, toimintatavoissa, osaamisessa ja tavassa johtaa. Huolimatta modernista tuotantotekniikasta ja automaatiosta tulee aina muistaa, että viime kädessä ihmiset tekevät laadun.

Eri työvaiheet seuraavat saumattomasti toistaan tarhalla ja henkilöstön tulee ymmärtää sisäisen asiakkuuden merkitys. Täyttö-kylvö työvaiheesta 'tuote myydään' uutta työvaihetta varten muovihuoneenhoitajalle. Ei ole samantekevää, millä tarkkuudella täyttövaihe on tehty, tai kuinka hyvin kylvöyksikön toiminnasta ja kylvön tarkkuudesta vastannut henkilö on työskennellyt. Mahdollisia asiakkaita voi tavata kaikkialla ja se kelju työkaveri on 'asiakas' tuotantoketjun muissa osissa.

Panostus toiminnan ennakkosuunnitteluun ja virheiden ehkäisemiseen maksaa itsensä moninkertaisesti takaisin vähentyneiden virheiden ansiosta. Mieti ja suunnittele kaksi kertaa ja tee varsinainen työ vain

Kvalitetsledning på plantskolan

Kvalitetsmedvetenhet och kvalitetstänkande bidrar kraftigt till hur bra produkter plantskolan kan erbjuda sina kunder. Kvalitetsmedvetenheten utvecklas utgående från vilken inställning plantskolan traditionellt haft till kvalitet och hur mycket man satsat på kvalitetsutveckling.

All verksamhet skall betraktas ur kundens synvinkel, och kvalitet kan inte trollas fram. Kvalitet bygger på fakta och mätningresultat, den kan inte åstadkommas på måfå. Kvalitetstänkande innebär att man alltid arbetar med siktet inställt på framtiden. Om plantskolan vill uppnå en avsevärd kvalitetsförbättring bör förändringar ske i de anställdas attityder, arbetssätt, kunnande och i sättet att leda. Trots modern produktionsteknik och automation bör man alltid komma ihåg att det i sista hand är människorna som gör kvaliteten.

På plantskolan följer arbetsfaserna tätt på varandra och det är viktigt att de anställda förstår hur betydelsefull den interna kunden är. Från arbetsmomentet "fyllning-sådd" "säljs produkten" till växthusskötaren för en ny arbetsfas. Det är inte oväsentligt med vilken precision fyllningen gjorts eller hur bra den person som ansvarar för såddenhetens verksamhet och såningens noggrannhet har arbetat. Eventuella kunder kan finnas överallt och den där tråkiga arbetskamraten kan vara "kund" under andra faser i produktionskedjan.

Att satsa på att planera verksamheten på förhand och på att förebygga fel betalar sig flerdubbelt tack vare det minskade antalet fel. Fundera och planera två gånger

kerran, mutta heti oikein ja hyvin. Kustannussäästö on selkeä, eikä tarvitse korjailta kerran tehtyjä virheitä.

Jokainen vastaa omasta laadustaan, eikä laatuajattelua tule eriyttää normaalitoiminnasta. Toiminnan edelleen kehittäminen ja jatkuva parantaminen on mahdollista toteuttaa saadun ja annetun palautteen kautta. Koottu palaute ei saa jäädä mappiin, vaan palaute tulee tarkastella 'suurennuslasilla rivien väliinkin kirjoitettujen' kommenttien huomioimiseksi.

Koulutuksen järjestäminen, työntekijöiden motivointi ja sujuva tiedonkulku ovat henkilöstön kehittämisen perusasioita. Koko henkilöstö on saatava ajattelemaan laadusta samalla tavoin. Jokaisella ihmisellä on omat henkilökohtaiset laatonorminsa, ja eri ihmiset ovat tottuneet vaatimaan itseltään työssään erilaista laatutasoa. Ei ole mahdollista tehdä taimitarhalla laadukasta työtä ja korkealaatuisia taimia, jos henkilökohtainen laatutaso on liian alhainen.

Näkökulma asiakkaaseen, palautteen huomioiminen, näkökulma tulevaisuuteen ja koko henkilöstön sitoutuminen korkeaan laatuun ovat taimituotannon laatujohtamisen perusasiat. Kaikki muu laatuajattelussa onkin pelkkää kovaa työtä.

och utför det egentliga arbetet bara en gång, men gör det rätt och bra. Kostnadsbesparingen är märkbar och du behöver inte korrigera gjorda fel.

Var och en svarar för sin egen kvalitet. Kvalitetstänkandet bör inte åtskiljas från den normala verksamheten. Om man drar nytta av den respons man fått och gett är det möjligt att kontinuerligt utveckla och förbättra verksamheten. Responsen skall inte samla damm i en pärm utan man bör granska den med förstoringsglas för att kunna läsa även kommentarerna "mellan raderna".

Grundläggande element inom personalutvecklingen är utbildning, motivering av de anställda och ett välfungerande informationsutbyte. Alla anställda skall tänka på samma sätt om kvaliteten. Varje människa har sina personliga kvalitetsnormer och olika människor har vant sig vid att kräva olika kvalitetsnivå av sitt arbete. Det är inte möjligt att utföra ett gott arbete och få fram förstklassiga plantor om den personliga kvalitetsnivån ligger för lågt.

Grundläggande förutsättningar för kvalitetsledning inom plantproduktionen är att man beaktar kundens önskemål, tar hänsyn till responsen och får hela personalen att binda sig vid hög kvalitet. I övrigt består kvalitetstänkandet endast av idogt arbete.

Ympäristö ja taimituotanto

Miljö och plant- produktion

Metsähallituksen taimitarhoilla käytetään ISO 14001-standardin mukaista ympäristöjärjestelmää. Taimitarhat saivat ympäristösertifikaatin vuoden 1998 alussa. Ympäristöjärjestelmän avulla on mahdollista valvoa ja seurata niitä vaikutuksia, joita tarhalla on, tai saattaa olla, ympäristölle. Järjestelmän valvonta on myös varmistettu, koska standardi on kansainvälinen ja auditoinnista vastaa ulkopuolinen taho.

Metsähallitus alkoi kehittää tarhojensa toimintoja ISO 14001 standardia silmällä pitäen vuonna 1995, jolloin taimi- ja siementuotantoketjut tarkastettiin. Samalla selvitettiin niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat sekä ympäristöön että taimien laatuun. Jokainen tarha vastasi omasta työstään samalla kun päätettiin yhteisistä tarkastustavoista. Tällä tavoin kartoitettiin mm. merkittävät ympäristövaikutukset ja laadittiin toimenpide- lista vaikutusten valvontaa varten. Nämä toimet sisälsivät lähinnä ohjeita ja mittauksen yhdenmukaistamista. Samalla asetettiin päämääräksi jatkuvasti edistää toimenpiteitä, jotka ottavat ympäristön huomioon.

Taimitarhoilla tämä käytännössä merkitsee sitä, että olemassa olevat tehtävät suoritetaan huolella ja järjestelmällisesti, niin että kuka tahansa ja milloin tahansa, voi tulla ja jatkaa työtä tavalla, joka ottaa huomioon taimien laadun ja ympäristökysymykset. Tämän vuoksi asiakirjat täytyy päivittää. Suurin muutos, yhdenmukaistamisen lisäksi, oli alkaa ajatella kaikkien tarhan toimintojen yhteydessä myös ympäristökysymyksiä.

Joka päivä kuolee maapallolla useita lajeja. Tässä perspektiivissä tuntuvat taimi-

På Forststyrelsen plantskolor används för miljöledning ISO14001-standarden. Plantskolorna fick sina certifikat i början av år 1998. Miljöstandarden är ett sätt att kontrollera sådana miljöaspekter som har, eller kan ha, betydande miljöverkningar. Eftersom standarden är internationell och auditeringen sköts av en utomstående part, är också kontrollen av verksamheten säkrad.

Forststyrelsen började utveckla plantskolornas funktioner med sikte på standarden under år 1995, då produktionsprocesserna för frön och plantor granskades. Därmed utreddes de faktorer som påverkar både miljön och kvaliteten. Varje plantskola ansvarade för organiseringen av sitt eget arbete, varutöver man kom överens om gemensamma kontrollförfaranden. På detta sätt definierades bl. a. betydande miljöverkningar och utarbetades åtgärder för kontroll av dem. De här åtgärderna innehöll närmast direktiv och en systematisering av mätningar. Dessutom ställdes målet på en konstant förbättring av miljöfrågorna.

På plantskolorna innebar detta i praktiken att existerande funktioner utförs noggrant och systematiskt, så att vem som helst, och när som helst, kan komma och fortsätta arbetet på ett sätt som beaktar plantkvalitet och miljöhänsynen. I detta syfte måste dokumenten uppdateras. Den största ändringen, förutom systematiseringen, var att ställa om hela tänkesättet till att alltid beakta också miljöhänsynen.

Varje dag dör flera arter på vår jord. I det perspektivet känns plantskolornas miljöverkningar ytterst obetydliga. Det gäller att

tarhojen ympäristövaikutukset hyvin merkityksettömiltä. Asiaa täytyy kuitenkin tarkastella periaatteella, että monet pienet 'purot', jotka yhtyvät, muodostavat joen ja lopulta meren. Taimitarhoille tärkeät ympäristökysymykset koskevat lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttöä, jätehuoltoa ja energiakysymyksiä. Nämä kaikki ovat tyypillisiä tuotantopanoksia, joita tarvitaan, mikäli halutaan jatkaa taloudellisesti kannattavaa tuotantoa. Ympäristöjärjestelmän mukaan näitä tuotantopanoksia on käytettävä niin, että ympäristöä ei kuormiteta tarpeettomasti.

se på frågan som 'många bäckar små', som rinner samman och bildar älvar och slutligen hav. Miljöfrågor som är viktiga för plantskolorna är gödsel- och bekämpningsämnen, avfall och energi. De är alla typiska produktionsmedel, som behövs om man vill fortsätta en ekonomiskt lönsam produktion. Med miljöledning avses att de här produktionsfaktorerna används så att miljön inte belastas i onödan.

Metsäpuiden taimituotannon ympäristöhallinta

Metsäpuiden taimituotannon ympäristövaikutukset aiheutuvat torjunta-aineiden ja lannoitteiden huuhtoutumisesta, tuotannossa syntyvistä erilaisista jätteistä (esimerkkinä orgaaniset ja muovijätteet) sekä lämmityksen ja erilaisten koneiden käytön yhteydessä vapautuvista päästöistä (ks. kuva 1).

Maatalouteen ja puutarhatuotantoon verrattuna metsäpuiden taimituotanto on määrällisesti pieni ympäristökuormittaja. Taimitarhat voivat kuitenkin pistemäisinä ympäristökuormittajina aiheuttaa paikallisesti merkittävää kuormitusta. Huolta aiheuttaa erityisesti torjunta-aineiden ja ravinteiden mahdollinen huuhtoutuminen pinta- ja pohjavesiin.

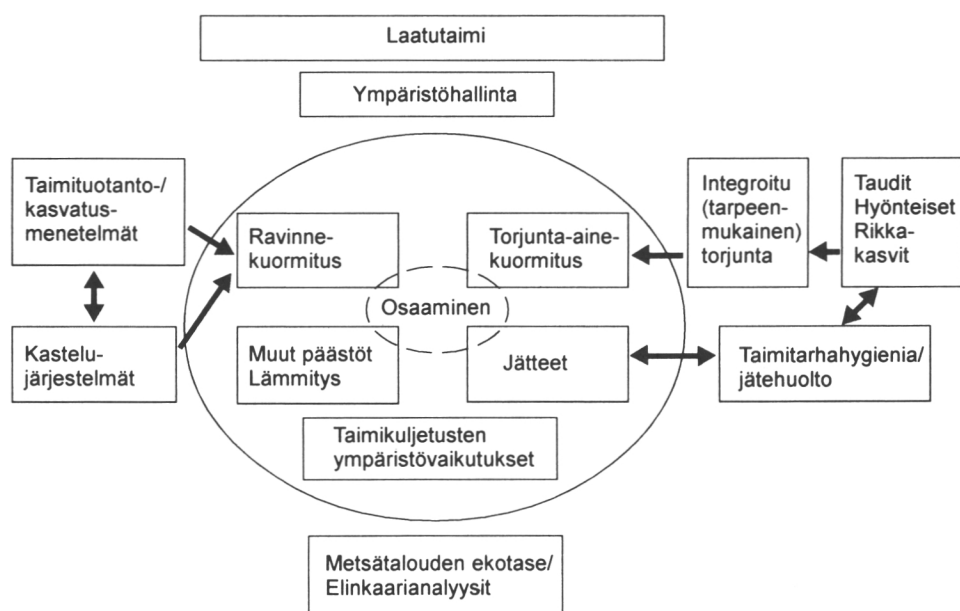
Miljöledningssystem i produktionen av skogsträdsplantor

Produktionen av skogsträdsplantor ger upphov till miljöverknningar genom urlakning av bekämpnings- och gödselmedel, olika typer av produktionsavfall (t.ex. organiskt ämnen och plast) samt utsläpp i samband med eldning och användningen av olika maskiner (se figur 1).

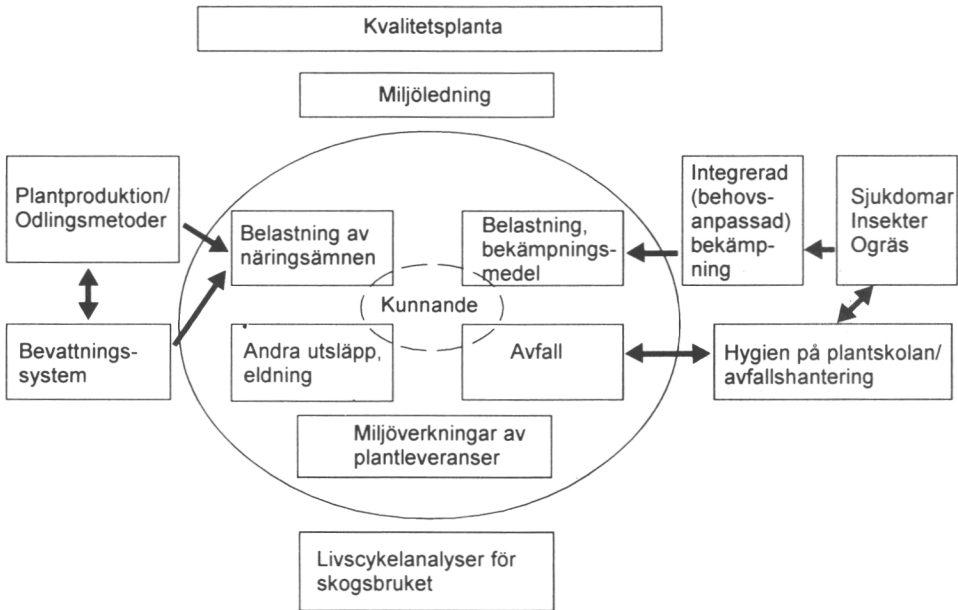
Jämfört med jordbruket och trädgårdsnäringen utgör produktionen av skogsplanter kvantitativt en liten belastningsfaktor för miljön. Plantskolornas punktbelastning kan dock vara betydande. Ett speciellt orosmoment är urlakningen av bekämpningsmedel och näringsämnen i yt- och grundvattnen.

Skogsforskningsinstitutet har i samarbete med Pohjois-Savon ympäristökeskus

Kuva 1. Metsäpuiden taimituotannon ympäristökuormitus ja siihen vaikuttavia tekijöitä.



Figur 1. Miljöbelastningen från produktionen av skogsplanter och faktorer som påverkar den.



Metsäntutkimuslaitos on yhteistyössä Pohjois-Savon ympäristökeskuksen kanssa Savon Liiton, Metsämiesten Säätiön ja Metsäosaamiskeskuksen rahoituksella tutkinut paakkutaimituotannon ympäristövaikutuksia vuosina 1995–1998. Hankkeen tavoitteena on tuottaa tietopohjaa ekotaselaskelmille ja nykyistä ympäristöystävällisempien tuotantomenetelmien kehittämistyölle. Hankkeen tuloksista on yhtä julkaisua (Juntunen ym. 1997) lukuunottamatta kirjoitettu tähän mennessä vain suomenkielellä.

Taimitarhojen tuotantomenetelmät

Vuonna 1996 toteutettiin metsäpuiden taimitarhoille suunnattu laaja taimituotantomenetelmiä kartoittanut kyselytutkimus. Kyselyyn vastasi kaikkiaan 28 tarhaa; 20 suur-

(miljöcentralen i norra Savolax) och med finansiering från förbundet Savon Liitto, stiftelsen Metsämiesten Säätiö och Metsäosaamiskeskus under åren 1995–1998 undersökt miljöverkningarna från produktionen av täckrotsplanter. Projektet avser att ta fram en grund för livscykelanalyser och för utvecklingen av bättre miljöanpassade produktionsmetoder. Med undantag av en publikation (Juntunen et al. 1997) har om forskningsrönen tills vidare skrivits endast på finska.

Plantskolornas produktionsmetoder

År 1996 genomfördes en omfattande enkät om produktionsmetoder bland plantskolor med skogsplanter. Totalt 28 plantskolor; 20 storproducenter (63 % av plantskolorna) och

tuottajan (63 % tarhoista) ja 8 pientuottajan tarhaa. Tiedustelussa kysyttiin laajasti perustietoja tarhan taimikasvatuksesta ja sen hallintaan liittyvistä tekijöistä sekä kasvukauteen 1996 sidottuina tietoina mm. lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttömääriä. Lisäksi tarhoilta pyydettiin taimieräkohtaisia kasvatustietoja yleisimpien taimityyppien kasvatuksesta kasvukaudella 1996.

Kyselyn mukaan Suomessa paakkutaimien kasvatuksessa taimille annettavista ravinteista noin puolet sekoitetaan kasvualustana käytettyyn turpeeseen (taulukko 1). Toinen puoli ravinteista annetaan taimille yleensä lannoiteliuksina kastelulaitteistojen kautta.

Suomen taimituotantomenetelmiä on kartoitettu myös aikaisemmin 1950- ja 1970-luvuilla (Mikola 1957 a,b; Rikala ja Westman 1978). Taimien kasvatuksen ajoituksessa ja lannoituksessa oli tiedustelun perusteella edelleen, kuten 1970-luvullakin, varsin suurta taimitarhakohtaista vaihtelua. Kuitenkin vaihtelu näyttää jonkin verran vähentyneen esim. männyn paakkutaimien lannoituksessa, samalla kun käytetyt lannoitemäärät ovat pienentyneet.

8 småproducenter, svarade på enkäten. Grundläggande information togs fram om plantuppdrivningen vid plantskolan och hur den styrs samt, med anknytning till växtperioden 1996, uppgifter om bl.a. använda mängder gödsel- och bekämpningsmedel. Dessutom begärdes av plantskolorna uppgifter om uppdrivningen av vissa av de vanligaste planttyperna under växtperioden 1996.

I produktionen av täckrotsplantor i Finland blandas enligt enkäten cirka hälften av näringsämnen i torven som används som växtunderlag (tabell 1). Den andra hälften ges till plantorna vanligen i form av näringslösning genom bevattningssystemen.

Plantproduktionsmetoderna i Finland har kartlagts också tidigare på 1950- och 1970-talen (Mikola 1957 a,b; Rikala och Westman 1978). Hur plantuppdrivningen beläggs tidsmässigt och hur gödslingen utförs varierar enligt enkäten fortfarande, liksom på 1970-talet, rätt mycket mellan plantskolorna. Variationen verkar ändå i viss mån ha avtagit t.ex. med avseende på gödslingen av täckrotsplantor av tall. Också de använda gödselmängderna har gått ner.

Taulukko 1. Paakkutaimille annetun tyypilannoituksen jakaantuminen lannoitustavoittain ja puulajeittain. Tulokset on laskettu kasvukauden 1996 taimieräkohtaisiin lannoitustietoihin perustuen.

Typpi	Peruslannoite kg/milj. taimi	Hoitolannoite		Yhteensä kg/milj. taimi
		taimille kg/milj. taimi	maahan* kg/milj. taimi	
mänty 1-v	18	19		37
koivu 1-v	62	85	60	207
kuusi 1-v	15	31		46
kuusi 2-v, 1.vuosi	24	13		37
kuusi 2-v, 2.vuosi		38		38

* Koivun kasvatuksessa taimiarkkien välille jätetään molempiin suuntiin 15–20 cm käytävät, jolloin osa lannoiteliuksesta menee suoraan maaperään. Väljennysajankohta vaihtelee tarhoittain, tehdään yleensä kesä-heinäkuussa.

Tabell 1. *Kvävegödsling av täckrotsplantor, fördelning per gödslingssätt och trädslag. Resultaten har uträknats utgående från gödslingsuppgifterna per plantparti under växtperioden 1996.*

Kväve	Grund-gödsling	Bevattningsgödsling		Totalt
	kg/milj. plantor	på plantor kg/milj. plantor	i jordm.* kg/milj. plantor	kg/milj. plantor
tall 1-årig	18	19		37
björk 1-årig	62	85	60	207
gran 1-årig	15	31		46
gran 2-årig, 1:a året	24	13		37
gran 2-årig, 2:a året		38		38

* Vid odling av björkplantor lämnas på båda sidorna av plantarken gångar på 15–20 cm, vilket innebär att en del av gödsellösningen rinner rakt ut i jordmånen. Normalt ställs plantarken glesare i juni-juli, men tidpunkten varierar mellan plantskolorna.

Kyselyyn vastanneet tarhat käyttivät kasvukaudella 1996 yhteensä 662 kg torjunta-aineita tehoaineiksi laskettuna. Torjunta-aineista oli rikkakasvihävitteitä (herbisidettä, 42 %) lähes saman verran kuin kasvitautien torjunta-aineita (fungisidettä, 40 %) ja loput tuhohyönteisten torjunta-aineita (insektisidettä, 18 %). Paakkutaimille ruiskutetuista torjunta-ainemääristä yli puolet oli fungisidettä. Paljasjuuristen taimien kasvatuksessa käytettiin sen sijaan määrällisesti eniten herbisidettä.

Torjunta-aineiden käyttöä Keski-Ruotsin taimitarhoille on selvitetty vuonna 1991 (Persson 1992). Tuolloin pienet tarhat (tuotanto alle 5 milj. tainta) levittivät miljoonalle taimelle keskimäärin 5,1 kg torjunta-aineita tehoaineeksi laskettuna. Suurilla tarhoilla (tuotanto yli 20 milj. tainta) keskimääräinen käyttö oli vain 2,5 kg. Suomessa eniten torjunta-aineita paakkutaimille ruiskuttaneet tarhat käyttivät noin 4 kg tehoaineita miljoonaa kasvatettua tainta kohden, kun vähemmän käyttäneet tarhat ruiskuttivat alle 0,5 kg miljoonalle taimelle. Tarhojen taimimäärällä painotettu keskimääräinen vuosikäyttö oli 2,2 kg tehoaineita miljoonalle kasvatetulle taimelle.

De plantskolor som svarade på enkäten använde under växtperioden 1996 totalt 662 kg bekämpningsmedel, omräknat i verksamma ämnen. Nästan samma mängd av preparaten var avsedda för bekämpning av ogräs (herbicider, 42 %) och mot växtsjukdomar (fungicider, 40%) och resten mot insekter (insekticider, 18 %). Av bekämpningsmedlen som sprutats på täckrotsplantor var över hälften fungicider. I uppdrivningen av barrotsplantor användes däremot kvantitativt mest herbicider.

Användningen av bekämpningsmedel på plantskolor i mellersta Sverige utreddes år 1991 (Persson 1992). Då spred mindre plantskolor (produktion mindre än 5 milj. plantor) i medeltal 5,1 kg bekämpningsmedel, verksamma ämnen, per 1 milj. plantor. På större plantskolor (produktion mera än 20 milj. plantor) var den genomsnittliga användningen bara 2,5 kg. I Finland använde de plantskolor som använder mest bekämpningsmedel på täckrotsplantor ca 4 kg verksamma ämnen per 1 milj. plantor, då plantskolorna med lägre användning sprutade ut mindre än 0,5 kg gödselmedel per 1 milj. plantor. Den genomsnittliga årliga användningen, vägt enligt antal plantor, var 2,2 kg

Ravinnekuormituksen ja sen hallinta

Suonenjoen tutkimustaimitarhalla mitattiin käytännön taimikasvatuksesta typen ja fosforin yhdisteiden huuhtoutumista paakkuarkeista taimitarhan maaperään (Juntunen ym. 1997). Puulajista ja paakutyypistä riippuen taimille annetusta tyypestä 11 – 43 % ja fosforista noin 25 % huuhtoutui turvearkeista taimitarhan maaperään (kuva 2). Kokonaismääränä ja myös suhteellisesti (huuhtoutuneen määrän osuus taimille annetusta ravinteesta) typen ja fosforin huuhtoutumat olivat suurimmat koivun kasvatuksessa, jos hoitolannoituksissa suoraan maaperään joutuvat ravinnemäärät sisällytetään laskelmiin.

Ravinnekuormituksen vähentämiseen voidaan pyrkiä monin tavoin. Suomen tarhoilla ravinnekuormitus todennäköisesti pienenee, jos kasvualustaan lisättävän peruslannoitteen määrää vähennettäisiin tai lannoitelisäyksestä luovuttaisiin kokonaan. Peruslannoitettuja kasvualustoja käytettäessä on olemassa riski, että voimakas alkukastelu huuhtoo ravinteita arkeista maaperään. Huuhtoutumisriski on todennäköisesti

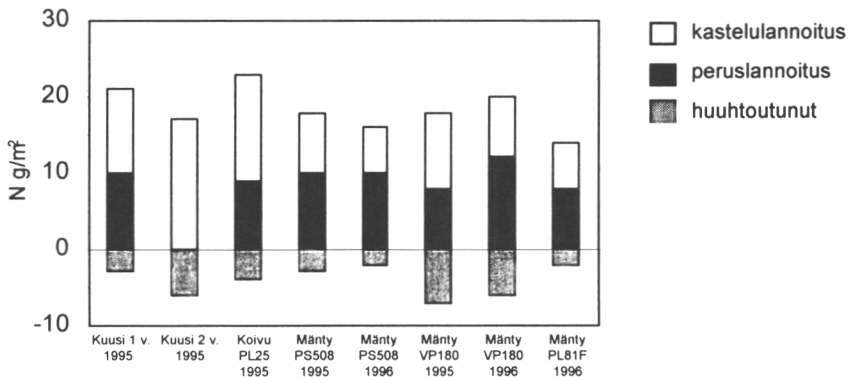
verksamman aineen per 1 milj. uppdrivna plantor.

Näringsbelastning och kontroll av den

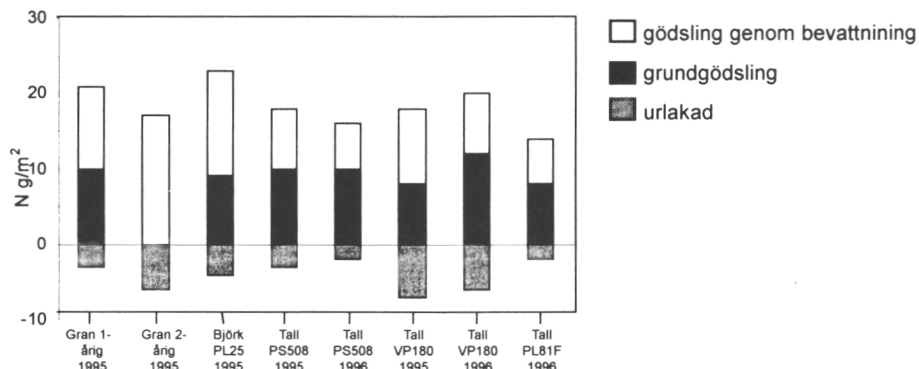
Vid Suonenjoki försöksplantskola mättes hur föreningar av kväve och fosfor i den praktiska plantproduktionen urlakas från arken med täckrotsplantor ut i jordmån (Juntunen et al. 1997). Beroende på trädslag och substrattyp urlakades 11–43 % av kvävet och ca 25 % av fosfor som gavs till plantorna ut i jordmån (figur 2). Både i total mängd och relativt sett (andelen urlakade näringsämnen av den totala mängderna) var urlakningarna av kväve och fosfor störst vid uppdrivning av björk, om de näringsmängder som rinner rakt ut i jordmån vid tilläggs gödsling inkluderas i beräkningarna.

För minskning av näringsbelastningen kan vidtas olika åtgärder. I de finska plantskolorna skulle belastningen sannolikt minska om man minskade grundgödselmängderna som tillförs växtunderlaget eller om man avstod helt från användningen av gödselämnen. Använder man grundgödslade växt-

Kuva 2. Suonenjoen tutkimustarhalla tehdyissä huuhtoutumiskokeissa eri puulajeille ja paakkutyypeille perus- ja hoitolannoituksissa annetut sekä arkeista huuhtoutuneet kokonaistyyppimäärät.



Figur 2. Totala urlakade mängderna kväve, från grundgödsling och tilläggsgödsling samt urlakning från arkena, i urlakningsexperiment utförda på Suonenjoki försöksplantskola med olika trädslag och typer av substratklumpar.



myös suurempi lannoitettaessa harvoin suurilla annoksilla kuin lannoitettaessa lähes päivittäin laimeilla ravinneliuksilla. Suonenjoen tutkimustarhan huuhtoutumiskokeissa käytettiin peruslannoitettua turvetta ja ver-raten harvoja hoitolannoituskertoja.

Huuhtoutumista voitaneen vähentää myös siirtymällä tarpeenmukaiseen lannoitukseen eli ns. Ingestad-menetelmän käyttämiseen. Menetelmässä taimia lannoitetaan usein, ja ravinnemäärät suhteutetaan taimien kasvuun eli tavoitteena on antaa taimille ravinteita niiden kasvutarvetta vastaavasti. Näin menetellen kasvualustoissa ei pitäisi koskaan olla suuria ravinnevarastoja, jotka liikakastelun tai sateen vuoksi huuhtoutuisivat arkeista maaperään.

Yksi huuhtoutumista vähentävä ratkaisu voi olla hidasliukoisten lannoitteiden käyttö. Hidasliukoisia lannoitteita on kahdentyyppisiä. Joko lannoiterakeiden päällystämällä tai käyttämällä lannoitteissa mikrobiologisesti hitaasti hajoavia ravinneyhdisteitä saadaan ravinne vapautumaan hitaasti kasvualustaan. Molempien lannoitetyypin käyttöön liittyy riskejä, koska ravinteiden vapautuminen riippuu olosuhteista, esimerkiksi kasvualustan lämpötilasta.

Mikrobiologisesti hajoavan lannoitteen

underlag, föreligger en risk att kraftig bevattning i början sköljer ut näringsämnen i jordmånen. Urlakningsrisken är sannolikt också högre om man gödslar sällan med större dosering än praktiskt taget dagligen med svagare näringslösning. I urlakningsexperimenten på försöksplantskolan i Suonenjoki användes grundgödslad torv och gödselämnen tillfördes sedan med rätt långa intervaller.

Man torde också kunna minska urlakningen genom att övergå till behovsanpassad gödsling, dvs. den s.k. Ingestad-metoden. Enligt den gödslas plantorna ofta och näringsmängderna anpassas till plantornas tillväxt, med avsikt att ge plantorna näring enligt behov. På detta sätt borde det aldrig finnas stora näringsanhopningar i växtunderlagen, som pga. för mycken bevattning eller regn skulle urlakas från arken ut i jordmånen.

En lösning som eventuellt kan minska urlakningen är att använda långsamt upplösliga gödselämnen. Det finns två typer av långsamt upplösliga gödselämnen. Genom att antingen granulera gödseln eller använda i gödselämnen mikrobiologiskt långsamt nedbrytbara föreningar kan man få näringsämnena att upplösas långsamt i växt-

(Taimiston kestolannos, Kemira Oy) soveltumista koivun taimien kasvatukseen tutkittiin taimitarhakokeella kasvukaudella 1997. Kasvukaudella 1998 koe toistetaan, mukana on lisäksi toisentyyppinen hidasliukoinen lannoite (Nutricote). Vuoden 1997 kokeen perusteella typen ja fosfaattifosforin huuhtoutumat paakuista maaperään olivat hie-man pienempiä kuin liuoslannoituksella kasvatetuissa kasvustoissa. Typpeä huuhtoutui hyvin vähän haitallisessa nitraattimuodossa. Hidasliukoista lannoitetta käytettäessä ei tarvittu hoitolannoituksia, joten arkien väljennyksen vuoksi maaperään ei joutunut ravinteita suoraan, mikä osaltaan vähentää ympäristön kuormitusta. Eri lannoitusmenetelmillä kasvatettujen taimien ominaisuuksissa ei ollut merkittäviä eroja.

Lannoitus- ja kastelumenetelmiä kehittämällä ja huolellisella kasvatuksella ympäristökuormitusta voitaneen vähentää vielä nykyisestä jonkin verran. Suljetut kastelu-järjestelmät lienevät ympäristön kannalta paras ratkaisu, mutta ne vaativat kalliita investointeja ja ylläpitojärjestelmiä. Eräs selvittämisen arvoinen ratkaisu voisi olla taimien kasvatuskenttien kattaminen. Toimenpide pienentäisi todennäköisesti huuhtoutumista ja lisäksi kasvualustojen vesipitoisuutta taimiarkeissa pystyttäisiin säätelemään nykyistä paremmin.

Torjunta-aineiden huuhtoutuminen

Kasvukaudella 1997 tutkittiin torjunta-aineiden huuhtoutumista turvearkeista taimitarhan maaperään sekä männyn että koivun kasvatuksessa. Männyn kasvatuksessa tutkittiin kahta kasvitautien torjuntaan eniten käytettyä ainetta, klorotaloniilia (valmiste Bravo) ja propikonatsolia (valmiste Tilt). Koivun kasvatuksessa selvitettiin koivuruos-

underlaget. Användningen av båda gödseltyperna är riskfyllt, eftersom upplösningen av näringsämnen är beroende av omständigheterna, t.ex. temperaturen i växtunderlaget.

Lämpligheten av mikrobiologiskt nedbrytbart gödselmedel (Taimiston kestolannos, Kemira Oy) i plantupptrivning testades genom plantskoleförsök under växtperioden 1997. Försöket upprepas år 1998, nu också med ett långsamt upplösligt gödselämnen av en annan typ (Nutricote). På basis av 1997 försöket var urlakningen av kväve och fosfatfosfor från substratklumparna ut i jordmånen något mindre än hos plantor som drevs upp med näringslösning. Kväve urlakades endast mycket litet i form av skadligt nitrat. Vid användning av långsamt upplösliga gödselämnen behövdes ingen tilläggsgödsling, och inga näringsämnen rann ut direkt i jordmånen när avstånden mellan arken ökades, vilket för sin del minskar belastningen på miljön. I egenskaperna mellan plantor upptrivna på olika sätt befanns inga nämnvärda skillnader.

Genom att utveckla gödslings- och bevattningsmetoder och genom noggrann upptrivning torde det vara möjligt att minska miljöbelastningen ännu något från dagens läge. Slutna bevattningssystem är antagligen från miljösynpunkt den bästa lösningen, men de kräver dyra investeringar och system för upprätthållande av dem. En lösning värd att utredas är att täcka över plantfälten. Detta skulle sannolikt minska urlakningen och dessutom skulle man lättare än nu kunna reglera vattenhalten i växtunderlaget.

teen torjuntaan käytetyn triadimefonin (valmiste Bayleton) ja hyönteisten torjuntaan käytetyn sypermetriinin (valmiste Ripcord) huuhtoutumista paakuista maahaan.

Tulosten mukaan, propikonatsolia luukuunnottamatta, vain alle prosentti annetuista torjunta-ainemääristä huuhtoutui paakuista maaperään eli suurin osa ko. aineista pädättyi joko kasvustoon ja turpeeseen tai hajosi metaboliatuotteiksi. Triadimefoni hajoaa helposti triadimenoliksi, joten vesinäytteistä analysoitiin myös-triadimenoli. Huuhtoutuneiden määrien laskennassa on huomioitu molemmat yhdisteet. Muiden tehoainneiden hajoamistuotteita ei analysoitu. Yhdessäkään vesinäytteessä sypermetriinin pitoisuus ei ylittänyt määritysrajaa (1 µg/l). Kasvukauden 1997 syksy, varsinkin elokuu, oli Suomenjoella poikkeuksellisen vähäsaateinen, joten ruiskutusten aikana arkeista valui vähän vettä maaperään, mistä syystä tulokset eivät kuvaa täysin keskimääräisiä olosuhteita. Seuranta toistetaan kasvukaudella 1998. Lisäksi torjunta-aineiden pitoisuuksia analysoidaan turvenäytteistä.

Ravinteiden ja torjunta-aineiden pitoisuudet taimitarhamaan maavedessä

Suonenjoen tutkimustaimitarhalla on asennettu kahden muovihuoneen ja kahden avomaan-alueen maaperään noin 0,5 metrin syvyyteen vuosina 1996 ja 1997 alipainelysimetrejä. Ko. aloilla on kasvatettu koivun ja männyn taimia. Vuonna 1997 näytteitä kerättiin koko kasvukauden ajan. Keräysjakso oli noin kaksi viikkoa. Koivun kasvatusaloilta saatiin näytteitä, männyn kasvatusaloilta sen sijaan huonosti. Suonenjoen tutkimustarhalla männyn kasvatetaan muovin alla aina heinäkuun lopulle, joten vasta elo-

Urlakning av bekämpningsmedel

Under växtperioden 1997 undersöktes urlakningen av bekämpningsmedel från torvarken ut i jordmånen i plantskolan både i uppdrivning av tall och björk. I uppdrivning av tall undersöktes de två vanligaste ämnen för bekämpning av växtsjukdomar, chlorotalonil (preparat Bravo) och propikonatsol (preparat Tilt). I uppdrivning av björk utredes urlakningen av triadimefon (preparat Bayleton), som används för bekämpning av björkens bladrost, och sypermetrin (preparat Ripcord), som används för insektbekämpning.

Resultaten gav vid handen att, med undantag av propikonatsol, urlakades endast mindre än en procent av de tillförda mängderna bekämpningsmedel från substratklumparna ut i jordmånen, dvs. den största delen av ämnena förbands antingen i vegetationen eller torven eller bröts ner i metabolprodukter. Triadimefon bryts lätt ner i triadimenol, varför man i vattenproverna också analyserade triadimenolhalterna. Vid uträkning av urlakade mängder har beaktats båda föreningarna. Nedbrytningsprodukterna för andra verksamma ämnen analyserades inte. I inte ett enda vattenprov översteg sypermetrinhalterna det nedre gränsvärdet (1 µg/l). Hösten under växtperioden 1997, speciellt augusti månad, var exceptionellt nederbördsfattig i Suomenjoki. Därför rann endast litet vatten ut i jordmånen i samband med spridningarna och resultatet är inte helt representativa för förhållandena i medeltal. Uppföljningen upprepas under växtperioden 1998. Därutöver analyseras halterna av bekämpningsmedel i torvprover.

kuusta lähtien sateet vaikuttavat huuhtoutumiseen. Vuosien 1996 ja 1997 syksyt olivat poikkeuksellisen vähäsateisia, joten maaperän vesipitoisuus oli alhainen.

Maavesinäytteistä on analysoitu sekä torjunta-aineita että typen yhdisteitä koivun kasvatusaloilta. Kasvukaudella 1997 koivualoilta kerättiin näytteitä kolmesta kohtaan, mutta vain yhdestä kohdasta saatiin näytteitä koko kasvukaudelta. Typen pitoisuudet tämän kohdan lysimetreissä vaihtelivat 3–60 mg/ litra välillä. Pitoisuudet olivat korkeimmillaan kesä-heinäkuussa hoitolannoitusten aikaan, minkä jälkeen pitoisuudet laskivat. Typpi esiintyi lysimetrinäytteissä sekä nitraatti- että orgaanisena typpinä. Yhdestäkään lysimetrinäytteestä ei ole löydetty määritysrajan ylittäviä torjunta-ainepitoisuuksia (1 µg/l).

Jätehuolto

Kyselytutkimuksen perusteella erilaiset bio- ja muovijätteet olivat tarhojen määrällisesti suurimmat ja vaihtelevimmin käsitellyt jätteet. Kyselyn lisäksi viideltä tarhalta on case study -tyyppisesti selvitetty tarkemmin, mitä ja miten paljon eri jätteitä tarhoilla muodostuu. Suonenjoen tutkimustaimitarhalla selvitetään lisäksi opinnäytetyönä biojätteen kompostoitumista sekä juurilahoja aiheuttavan *Rhizoctonia*-sienen tuhoutumista kompostointiprosessin aikana.

Närings- och bekämpningsmedelhalterna i markvattnet på plantskolan

På Suonenjoki försöksplantskola har åren 1996 och 1997 grävts ner undertrycklysimetrar på ett djup på ca 0,5 m, under två växthus och två frilandsområden. På de här områdena har drivits upp björk- och tallplantor. År 1997 togs prover under hela växtperioden. Insamlingstiden var ca två veckor. Från odlingsytorna med björk kunde tas prover, från ytor med tall däremot dåligt. På Suonenjoki försöksplantskola växer tallplantorna under plast fram till slutet av juli, varför urlakningen påverkas av regnen först fr.o.m. augusti. Höstarna 1996 och 1997 var exceptionellt regnfattiga och vattenhalten i jordmånen var låg.

I markvattenproverna har analyserats halterna av bekämpningsmedel och kväveföreningar från odlingsytorna med björk. Under växtperioden 1997 togs prover från tre ställen, men endast från ett ställe kunde man ta prover under hela växtperioden. Kvävehalterna i lysimetrarna på nämnda ställe varierade mellan 3–60 mg/liter. Halterna var som högst då gödselämnen tillfördes under juni–juli, varefter de sjönk igen. Kvävet förekom i lysimeterproverna både som nitrat och organiskt kväve. Inget lysimeterprov innehöll bekämpningsmedelhalter som översteg den fastställda nedre gränsen för analys (1 µg/l).

Avfallshantering

På basis av enkäten utgör olika slags bio- och plastavfall de viktigaste avfallstyperna på plantskolorna. Hanteringen av de här avfallstyperna varierade också mest. Utöver

Kirjallisuus

- Juntunen, M.-L., Hammar, T., Rikala, R. & Kangasjärvi, J. 1997. Environmental impact from forest tree nurseries - the leaching of nutrients. *Ambiotica* 1/1997: 62–65.
- Mikola, P. 1957a. Taimitarhojen nykyiset työmenetelmät. (Nursery practice in Finland) *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 48.4. 19 s.
- 1957b. Tutkimuksia taimitarhamaasta ja sen vaikutuksesta taimien kehitykseen. (Studies on soil properties and seedling growth in Finnish forest nurseries). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49.2. 78 s.
- Persson, G. 1992. Resultat från en undersökning om kemiska bekämpningsmedel i skogsplantskolor. Rapport YI-Hä 1–92. 22 s.
- Rikala, R. & Westman, C.J. 1978. Markförbättring, gödsling och bevattning i finländska skogsträdsplantskolor. Årsskrift för Nordiske Skogplanteskoler 1978: 29–42.

enkäten har man på fem plantskolor i form av en case study utrett närmare, hurudant och hur mycket avfall som produceras på plantskolorna. På Suonenjoki försöksplantskola utreds dessutom som lärdomsprov kompostering av bioavfall samt hur den rot-röteframkallande *Rhizoctonia*-svampen förstörs under komposteringsprocessen.

Litteratur

- Juntunen, M.-L., Hammar, T., Rikala, R. & Kangasjärvi, J. 1997. Environmental impact from forest tree nurseries - the leaching of nutrients. *Ambiotica* 1/1997: 62 – 65.
- Mikola, P. 1957a. Taimitarhojen nykyiset työmenetelmät. (Nursery practice in Finland) *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 48.4. 19 s.
- 1957b. Tutkimuksia taimitarhamaasta ja sen vaikutuksesta taimien kehitykseen. (Studies on soil properties and seedling growth in Finnish forest nurseries). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49.2. 78 s.
- Persson, G. 1992. Resultat från en undersökning om kemiska bekämpningsmedel i skogsplantskolor. Rapport YI-Hä 1–92. 22 s.
- Rikala, R. & Westman, C.J. 1978. Markförbättring, gödsling och bevattning i finländska skogsträdsplantskolor. Årsskrift för Nordiske Skogplanteskoler 1978: 29–42.

Surmakan, *Gremmeniella abietina*, itiölevinnän seuranta taimitarhalla

Sienitautien torjunnassa taimitarhoilla on hyvä tietää mm. taimien kehityksessä ne ajat, joihin ne ovat alttiita kullekin taudille. Useista sienipatogeeneista tiedetään, että ne pystyvät aiheuttamaan taudin vain hyvin lyhyenä ajanjaksona kasvukautta. Esim. männyn versoruoste kykenee aiheuttamaan männulle taudin vain verson kasvuvaiheessa kosteana ajanjaksona.

Suonenjoen tutkimusasemalla olemme tutkineet, milloin männyntaimet ovat alttiita surmakalle (*Gremmeniella abietina*). Käytäten taudin 'istuttamista', itiöiden tuomista, taimille niiden eri vaiheessa kasvukauden aikana on käynyt ilmi, että verson venymisvaiheessa itiöiden tuominen taimelle aiheuttaa runsaasti tautia. Edellytyksenä on kosteat ja kohtuullisen viileät olosuhteet. Hallat lisäksi altistavat taimia muinakin kasvukauden aikoina taudille.

Taimitarhalla, kuten muuallakin, on hyvä pyrkiä mahdollisimman vähään kemiallisen torjunnan käyttöön. Kemiallisilla torjunta-aineilla on ympäristön eliöihin haittavaikutusta. Torjunta-aineiden vähentämiseen voidaan pyrkiä ottamalla huomioon taudin mahdollisuudet eri olosuhteissa: taimien alttiusaajat taudille, patogeenin vaatimat ympäristöolosuhteet (mm. itiöiden itämiseen vaikuttavat ympäristötekijät). Lisäksi yhtenä, eikä suinkaan vähäisempänä, on hyvä kulloinkin tietää, onko patogeenin itiölevintää ja jos on, onko runsaasti.

Surmakka esimerkkitapauksena olemme kesällä 1997 aloittaneet itiölevinnän seu-

Mätningssystem för sporspridning av *Gremmeniella abietina* vid plantskola

I syfte att vid plantskolor motverka svampsjukdomar är det bra att känna till bl.a. under vilka perioder av sin utveckling plantorna är mest mottagliga för olika sjukdomar. Om många svamppatogener vet man att de är infektionsframkallande endast under en mycket kort tid under växtperioden. Till exempel knäcksjuka kan förorsaka infektion hos tall endast under en fuktig period i tallens tillväxtfas.

På Suonenjoki forskningsstation har vi undersökt när tallplantor löper risk för paraplysjuka (*Gremmeniella abietina*). Genom att 'inplantera' sjukdomen, dvs. införa sporer, på plantorna under olika stadier av växtperioden har vi fått fram att en introduktion av sporer under skottskjutningsstadiet förorsakar omfattande angrepp av infektionen. Förutsättning är fuktiga och relativt svala förhållanden. Markfrost gör plantorna mera utsatta för angrepp också under den övriga växtperioden.

Vid plantskolor, liksom också annorstädes, är det bra att försöka tillgripa så litet kemisk bekämpning som möjligt. Kemiska bekämpningsmedel har en skadlig verkan på olika organismer i miljön. Användningen av bekämpningsmedel kan minskas genom att man beaktar sjukdomsriskerna under olika förhållanden: de tider då plantorna är mottagliga för infektionen, de krav som patogenen ställer (bl.a. miljöförhållanden som påverkar hur sporerna gror). Ytterligare faktorer som är bra att känna till är patogenens spridning och hur omfattande den eventuella infektionen är.

rannan. Käytettävät itiökeruulaitteet ovat prof. Timo Kurkelan alkuperäislaitteen perusteella rakennetut. Itiölähteenä ovat sembramännyn oksat, joissa on surmakan itiöpesäkkeitä. Pumppu imee säädettävän ajan ja määrän ympäristön ilmaa keruulaitteen vaseliiniselle kehälle millin aukon kautta, esim. 10 minuuttia, 20 litraa/ min. Kellolaitteen avulla imuajat on säädetty tehtäväksi kerran tunnissa, ja kunkin imuajan imuusalis tulee eri kohtaan kehälle, joka liikkuu imuajokojen välillä. Imusaaliit siirretään lasille mikroskopointia varten. Samanaikaisesti keräämme säähavaintoja: tuulen nopeus, pintakosteus, sademäärä, lämpötila ja suhteellinen kosteus. Keruussa saadut surmakan itiöitten määrä ja säähavainnot käsitellään yhdessä. Alustavana tuloksena on, että ainakin pintakosteus ja sademäärä korreloivat itiöiden esiintymiseen.

Tämän kesän 1998 itiökeruu on toisto viimevuotiselle, lisäksi keräämme sadenäytteitä, joista analysoimme itiöiden olemassaoloa.

Yhteistyössä Kuopion yliopiston biokemian ja bioteknologian laitoksen kanssa ja Metsämiesten Säätiön apurahan tuella olemme valmistaneet esimerkkitaupauksemme, surmakan, itiöille monoklonaalisia vasta-aineita. Näistä parhaimpia, jotka tunnustavat surmakan itiöt, mutta eivät kontrolloina käytettyjä muita sieniä, käytämme nyt kehittäessämme mahdollisimman helppokäyttöistä menetelmää itiölevinnän toteamista varten.

Työmme tavoitteena on yhdessä taimien alttiustutkimuksista, itiökeruu/ säähavainnot tuloksista saadun tietämyksen ja vasta-aineisiin perustuvasta sienien itiölevinnän toteamisesta saada pohja sienien torjunnan tarpeelle ja ajoittamiselle.

Gremmeniella abietina fungerar som exempel i den uppföljning av sporspridningen som påbörjats sommaren 1997. De apparater som används för sporsinsamling baserar sig på prof. Timo Kurkelas original. Sporkällor är grenar av cembratall med svampens fruktkroppar. En pump suger in luft på uppsamlingsapparatusens vaselinöverdragna skiva genom en öppning på 1 mm, under en förbestämbar tid och en bestämd volym (t.ex. 10 minuter, 20 liter/min.). Med hjälp av en klocka har sugtiderna ställts in på en gång i timmen och sugfångsterna kommer på olika ställen på skivan, som flyttar på sig mellan sugtiderna. Sugfångsterna flyttas på glas för mikroskopering. Samtidigt görs väderobservationer: vindhastighet, ytfuktighet, nederbörd, temperatur och relativ luftfuktighet. Antalet insamlade *Gremmeniella abietina*-sporer och väderobservationerna behandlas tillsammans. Vårt preliminära resultat är att åtminstone ytfuktigheten och nederbörden korrelerar med förekomsten av sporer.

Insamlingen av sporer sommaren 1998 är en upprepning av i fjol, varutöver vi tar för analys av förekomsten av sporer.

I samarbete med Institutionen för biokemi och bioteknologi vid Kuopio Universitet och med stöd av stipendium från Stiftelsen Metsämiesten Säätiö har vi tagit fram monoklonala antikroppar till vårt exempel, paraplysjuka. De bästa bland dem, som identifierar *Gremmeniella abietina*-sporer men inte andra svampar som utgjorde kontrollgrupp, används nu i utvecklingen av en möjligast lättanvänd metod för att konstatera sporspridning.

Målet är att av den information som erhållits genom undersökningar av plantors mottaglighet, resultatet av sporsinsamlingen/ väderobservationerna och med hjälp av en antikroppbaserad metod för att konstatera sporspridning av svampen, utarbeta en grund för att bestämma lämplig tidpunkt när svampbekämpning ska påbörjas.

Männyn paakku- taimien juuriston pakkaskestävyys Suonenjoen tutkimus- taimitarhalla talvella 1996–1997

Johdanto

Paakkutaimituotantoa kehitettäessä ollaan siirtymässä ns. kovamuovikennostoihin, joita käyttämällä voidaan estää juuriston kiertyminen paakussa samalla kun kennostojen ilmava rakenne ja kohotus irti maan pinnasta vähentävät juuripaakkujen vettymistä syksyllä. Usein paakkutaimet talvehtivat ulkokentillä, missä vähälumisina talvina taimien juuristot voivat altistua hyvinkin matalille lämpötiloille ja nopeille lämpötilan muutoksille.

Puiden juuret ovat perinnöllisesti sopeutuneet varsin tasaisiin lämpötilaolosuhteisiin, sillä luonnossa maaperän lämpökapasiteetti estää nopeat lämpötilan muutokset. Paakkutaimien kohdalla tilanne kuitenkin on aivan toisenlainen; tutkimustulostemme mukaan jäisten suojaamattomien juuripaakkujen lämpötila saattaa muuttua jopa 2 °C tunnissa. Mitä matalammaksi juuripaakun lämpötila tällöin laskee ja mitä pidempi altistus aika on, sitä laajemmiksi ja vakavammiksi muodostuvat solu- ja solukkovauriot juuristossa. Vaurioituneiden kohtien kautta patogeenien aiheuttamat infektiot voivat levitä helposti myös terveeseen soluksoon.

Kevätistutuksiin myytävien männyn ja kuusen paakkutaimien kunto määritetään usein silmämääräisesti verson ulkonäön

Rotsystemens frys- tolerans hos täckrots- plantor av tall på försöksplantskola i Suonenjoki under vintern 1996–1997

Inledning

I produktionen av täckrotsplantor går utvecklingen mot användning av krukset av hårdplast, med vilka man kan förhindra "rotsnurr". Krukseten har en luftig konstruktion och står upphöjda från markytan vilket minskar risken för att rotklumparna blir blöta under hösten. Täckrotsplantorna övervintrar ofta på friland och plantrötterna kan under snöfattiga vintrar utsättas för t.o.m. mycket låga temperaturer och snabba temperaturväxlingar.

Trädens rotsystem har genetiskt anpassat sig till rätt så jämna temperaturförhållanden, för i naturen förhindrar jordmånens värmekapacitet snabba ändringar i temperaturen. För täckrotsplantornas del är situationen emellertid helt annan. Enligt de resultat vi erhållit, kan temperaturen i oskyddade rotklumpar ändra upp till 2 °C i timmen. Ju lägre temperaturen sjunker i rotklumpen och ju längre tid det är fråga om, desto större och allvarigare blir cell- och vävnadsskadorna i rotsystemen. Genom de skadade ställena kan patogenförorsakade infektioner sprida sig också till frisk vävnad.

Konditionen hos täckrotsplantor av tall och gran som säljs för plantering på våren bestäms ofta okulärt på basis av skottets utseende. Rotsystemets köldtålighet vinter-

perusteella. Juuriston pakkaskestävyys talvella on huomattavasti heikompi kuin verson pakkaskestävyys (Colombo 1994) ja tämän takia pakkasvaurioituneen juuriston heikko kunto verso-oireiden puuttuessa jää helposti ennen verson kasvuunlähtöä huomaamatta. Jos pakkaneen ei ole vaurioittanut neulasia, ne saattavat säilyä vihreinä kunnes verson kasvu keväällä alkaa, vaikka juuristo olisikin suurelta osalta kuollut (Sutinen ym. 1996, Ryyppö 1998).

Lieväkin pakkasvaurio männyn taimien juuristossa heikentää verson kasvua, mutta vakavammat juuriston vauriot ilmenevät kasvuun lähtevän verson kuivumisena ja taimen kuolemisena. Taimi korjaa pakkasvauriot vasta keväällä kasvattamalla uutta juurimassaa, ja tällöin juurten kasvu on sitä nopeampaa, mitä korkeampi kasvualustan lämpötila on. Kylmä kasvualusta hidastaa juuriston uusiutumista sekä heikentää veden ja ravinteiden ottoa (Ryyppö 1998), minkä seurauksena pakkasvaurioitunut taimi kasvaa huonosti tai jopa menehtyy kuivuuteen istutusta seuraavan kasvukauden aikana.

Tutkimusmateriaali ja menetelmät

Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusaseman tutkimustaimitarhalla tutkittiin talvella 1996–1997 lämpötilamuutoksia kovanvuoviarkeissa (Plantek 81) tuotettujen männyn (siemenviljelmäsiemen, Toivakan siemenviljelmä, sijainti 62°05'N, 26°10'E) taimien juuripaakussa. Syksyllä kennostot sahattiin 12 ja 15 taimen osiin ja siirrettiin sorapohjaiselle kentälle lappeellaan olevien lasikuituputkien (läpimitta 1.5 cm) päälle. Juuripaakkuihin työnnettiin anturit (12 kpl), joilla mitattiin paakkujen lämpötilaa taimikentällä kerran tunnissa marraskuun ja

tid är betydligt sämre än skottets (Colombo 1994) och därför förblir rotsystemets dåliga kondition, eftersom inga symptom syns på skottet, ofta oupptäckt tills skottet börjar växa. Om kölden inte har skadat barren kan de behålla sin gröna färg tills skottet börjar växa på våren, trots att rötterna till största delen dött (Sutinen et al. 1996, Ryyppö 1998).

Till och med en lindrig köldskada i en tallplantas rotsystem försvagar skottets tillväxt, medan allvarigare rotskador yppar sig i att toppskottet torkar ut och plantan dör. Plantan tar igen rotskadan först under våren genom ny rottillväxt; nya rötter växer desto snabbare ju högre temperaturen är i växtunderlaget. Är växtunderlaget kallt går rotförnyelsen långsammare och upptagningen av vatten och näringsämnen försämrats (Ryyppö 1998). Detta leder till att en planta som ådragit sig köldskador växer dåligt eller t.o.m. dör av uttorkning året efter plantering.

Forskningsmaterial och metoder

I försöksplantskolan vid Skogsforskningsinstitutets forskningsstation i Suonenjoki undersöktes under vintern 1996–1997 temperaturväxlingar i rotklumpar till tallplantor (plantagefrö, Toivakka fröplantage, position 62°05'N, 26°10'E) uppdrivna i potark av hårdplast (Plantek 81). På hösten sågades odlingskassetterna i delar på 12 och 15 plantor och flyttades ut på plantfält med grusbotten och placerades över glasfiber-rör (diam. 1,5 cm). I rotklumparna placerades sensorer (12 st), som en gång i timmen mätte temperaturen under tiden november–maj. Mark- och lufttemperaturerna mättes på forskningsstationens meteorologiska station. Lufttemperaturen mättes på två meters

toukokuun välisenä aikana. Ilman ja maan lämpötiloja mitattiin tutkimusaseman sääasemalla. Ilman lämpötilaa mitattiin 2 m korkeudesta maan pinnan yläpuolelta. Maan lämpötilaa mitattiin 5 ja 15 cm syvyydestä.

Pakkaskestävyyden määrittämistä varten taimikennostot siirrettiin jäisinä taimikentältä Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan talviekologian laboratorioon, missä männyn taimet pakkastestattiin ohjelmoitavissa ilmajäähdytteisissä kaapeissa (Ryypö ym. 1998). Joka altistuskerta taimet jäädytettiin 6–7 pakkaslämpötilaan -2 – -46 °C välillä. Pakkastestausajankohdat olivat marraskuu 1996 (viikko 45), tammikuu 1997 (viikko 2), ja huhtikuu 1997 (viikko 15). Taimien pakkaskestävyys määritettiin juuriston elävyytenä (12–15 tainta/testauslämpötila) seuraavana kesänä juhannuksen 1997 jälkeen (viikko 26).

Tulokset

Syksy 1996 oli lämmin ja juuripaakut eivät olleet jäässä marraskuun alussa, jolloin taimet pakkastestattiin ensimmäisen kerran. Tällöin taimet selvisivät vaurioitta -10 °C:stä, mutta juuristo kuoli kaikilta -14 °C:een jäädytetyiltä taimilta. Joulukuun puolivälissä paakut jäätyivät ilman kylmetessä huomattavasti. Jouluna ilman lämpötila oli alhaisimmillaan -30 °C, mutta tällöin lumipeite esti voimakkaan lämpötilan alenemisen juuripaakuissa. Myös tammikuussa ja helmikuun alkupuolella 1997 lumipeite suojasi taimia.

Tammikuun pakkastetit osoittivat, että juurten pakkaskestävyys oli parantunut juuripaakkujen jäätyämyksen myötä; 87 %:lla -16 °C:een jäädytetyistä taimista juuristo lähti kasvuun seuraavana kesänä, mutta pakastus -24 °C:ään aiheutti lähes kaikkien juuristojen kuolemisen talven aikana. Helmi-

höjd över markytan och marktemperaturen mättes på 5 och 15 centimeters djup.

För bestämning av frystoleransen flyttades krukseten i fruset tillstånd från plantfältet till laboratoriet för vinterekologi vid forstvetenskapliga fakulteten vid Joensuu Universitet, där tallplantorna köldtestades i programmerbara, luftkylda skåp (Ryypö et al. 1998). Varje omgång plantorna utsattes för köld frystes de ner till 6–7 köldtemperaturer mellan -2 och -46 °C. Testtidpunkterna inföll i november 1996 (vecka 45), januari 1997 (vecka 2) och april 1997 (vecka 15). Plantornas frystolerans definierades som rotsystemets vitalitet (12–15 plantor/testad temperatur) efter midsommaren 1997 (vecka 26).

Resultat

Hösten 1996 var varm och rotklumparna hade inte frusit i början av november, då plantorna köldtestades första gången. Plantorna klarade av -10 °C utan skador, medan rötterna dog hos samtliga plantor som utsattes för -14 °C. Med sjunkande lufttemperatur i mitten av december frös rotklumparna betydligt. Vid jultid sjönk temperaturen som lägst till -30 °C, men det tjocka snötäcket förhindrade en kraftig temperaturnedgång i rotklumpen. Också i januari och början av februari 1997 skyddades plantorna av snön.

Köldtesterna i januari visade att rötternas frystolerans förbättrats genom att rotklumparna frusit. Hos 87 procent av de plantor som frysts ner till -16 °C började rötterna växa följande sommar, men nedfrysning till -24 °C ledde till att nästan alla plantors rotsystem dog under vintern. I slutet av februari steg lufttemperaturen, det skyddande snötäcket försvann och plantorna utsattes för ändringarna i lufttemperaturen.

kuun lopussa ilman lämpötila kohosi, suojaava lumi sulii ja taimet altistuivat ilman lämpötilan muutoksille. Myös maaliskuun alku oli poikkeuksellisen lämmin, mutta kuukauden puolivälin jälkeen varsinkin yölämpötilat olivat matalia, käyden jopa $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssä. Tällöin jäisten juuripaakkujen lämpötila seurasi ilman lämpötilaa vaihdellen iltpäivän $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$:sta öiseen $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. Huhtikuun alussa tehdyt pakkastestit osoittivat, että ilman lumen suojaa olevien juuripaakkujen altistuminen kentällä kovalle pakkaselle maaliskuun lopulla oli lisännyt juuriston pakkaskestävyyttä. Kesäkuun lopussa juuriston kasvua havaittiin vielä 77 % taimista, jotka oli huhtikuun alussa pakastettu $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$:ään, mutta pakastus $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$:een tappoi kaikkien taimien juuristot. Talven kuluessa osa kontrollitaimista vaurioitui niin pahoin, että ne kuolivat kesäkuun loppuun mennessä. Kuolleisuutta todennäköisesti lisäsi taimikentälle helmikuun lopulla lumen sulamisesta kertynyt vesi, joka myöhemmin jäättyi ja peitti juuripaakut painannekohdissa. Sitävastoin syksyllä pakkasvarastoon siirrettyjen ja toukokuussa takaisin kentälle palautettujen männyn paakkutaimien elävyys kesäkuun lopulla oli lähes 100 %.

Johtopäätökset

Talvella 1996–1997 männyn paakkutaimien juuriston pakkaskestävyys oli mittausjakson heikoin marraskuussa ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) kohoten tammikuun alun ($-16\text{ }^{\circ}\text{C}$) testausarvoista vielä huhtikuun alkuun ($-24\text{ }^{\circ}\text{C}$). Tuona aikana sääolot vaurioittivat tutkittujen taimien juuristoja, ja lisäsivät taimien kuolleisuutta talven aikana. Sitävastoin pakkasvarastoitujen kontrollitaimien elävyys seuraavana kesänä oli lähes 100 %. Lämmin jakso helmikuun lopulla ja maaliskuun alussa sulatti taimia suojanneen lumen, minkä jälkeen

Också början av mars var ovanligt varm, men efter halva månaden sjönk i synnerhet natttemperaturerna, stundom t.o.m. till $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperaturen i de frusna rotklumparna följde då lufttemperaturen, varierande från $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ under eftermiddagarna till $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ nattetid. Köldtesterna i början av april visade att när de rotklumpar som inte skyddades av snö ute på friland utsattes för köld i början av mars, förbättrade detta rotsystemens köldtålighet. I slutet av juni observerades rottillväxt ännu hos 77 procent av de plantor som i början av april hade frysts ner till $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$, medan nedfrysning till $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ dödade rotsystemen hos alla plantor. Under vintern skadades en del av kontrollplantorna så illa att de dog före utgången av juni. Dödligheten ökades sannolikt av att smältvatten i slutet av februari samlades på plantfältet. Vattnet frös sedan till och täckte de rotklumpar som stod i svackor. Däremot var vitaliteten hos de täckplantor av tall som flyttats i fryslager och återförts ut på fältet i slutet av maj nästan 100 procent.

Konklusioner

Under mätperioden vintern 1996–1997 var frystoleransen av rotsystemen hos täckrotsplantor av tall som lägst i november ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) för att stiga sedan i januari ($-16\text{ }^{\circ}\text{C}$) och ytterligare fram till början av april ($-24\text{ }^{\circ}\text{C}$). Under nämnda tid skadade väderleksförhållandena de undersökta plantornas rotsystem och av samma orsak ökade dödligheten bland plantorna under vintern. Däremot var vitaliteten hos de fryslagrade kontrollplantorna följande sommar nästan 100 procent. En varm period i slutet av februari och början av mars smälte bort det snötäcke som skyddat plantorna, varefter den stränga nattfrosten i slutet av mars och vattnet som frös på plantfältet sannolikt skadade kon-

maaliskuun loppupuolen kovat yöpakkaset ja taimikentälle jäänyt vesi todennäköisesti vaurioittivat kontrollitaimia ja myös lisäsivät pakkaskäsittelyjen taimien juuristovaurioita.

Kirjallisuus

- Colombo, S.J. 1994. Timing of cold temperature exposure affects root and shoot frost hardiness of *Picea mariana* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9:52–59.
- Ryypö, A. 1998. Temperature acclimation of boreal conifer seedlings at the beginning and end of the growing season. Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 69. Väitöskirja, 37s.
- , Repo, T. & Vapaavuori, E. 1998. Development of frost hardiness in roots and shoots of Scots pine seedlings at non-freezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research* 28:557–565.
- Sutinen, M.-L., Mäkitalo, K. ja Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 26:1602–1609.

trollplantorna samt ökade rotskadorna bland de köldbemädlade plantorna.

Litteratur

- Colombo, S.J. 1994. Timing of cold temperature exposure affects root and shoot frost hardiness of *Picea mariana* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9:52-59.
- Ryypö, A. 1998. Temperature acclimation of boreal conifer seedlings at the beginning and end of the growing season. Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 69 (meddelanden från forstvetenskapliga fakulteten vid Joensuu Universitet). Doktorsavhandling, 37 s.
- , Repo, T. & Vapaavuori, E. 1998. Development of frost hardiness in roots and shoots of Scots pine seedlings at non-freezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research* 28:557–565.
- Sutinen, M.-L., Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 26:1602–1609.

Taimitarhojen tietopalvelu – tiedon-siirtoa käytäntöön

Suonenjoen tutkimusasemalla aloitettiin vuoden 1997 lopussa hanke, jonka tavoitteena on välittää tutkimustietoa taimitarhoille ja taimien käyttäjille eri metsäorganisaatioissa. Hankkeen käynnistämiseksi on mukana yhdeksän taimituottajaa, joiden omistuksessa on yhteensä 28 taimitarhaa eri puolella Suomea. Toiminnasta vastaa projektitutkija Suonenjoen tutkimusasemalla.

Hankkeen rahoittajina ovat olleet taimituottajat, maakunnallinen rahoittaja Savon Liitto ja Metsäntutkimuslaitos. Projekti on saanut myös tukea Euroopan Sosiaalirahastosta (ESR).

Kursseja

Taimituottajien kanssa on sovittu vuoden 1998 aikana järjestettävistä kursseista. Kurssien asiantuntijoina toimivat pääasiassa Metlan tutkijat, joita täydentävät yliopistotutkijat ja käytännön ammattilaiset. Taimituottajien piiristä osallistuu kullekin kurssille yhteensä noin 45 henkeä.

Kaikkiaan kolme päivää kestäväillä tuho-kursseilla annetaan perustietoja ja opetellaan myös käytännössä tunnistamaan taimitarhoilla ja taimissa esiintyviä sienten, hyönteisten ja abioottisten tekijöiden aiheuttamia tuhoja.

Kaksipäiväisellä loppuvuodesta järjestettävällä taimien laatu -kursilla pohditaan,

Plantskolornas informationstjänst – förmedling av forskningsresultat till praktiken

Vid Suonenjoki skogsforskningsstation inleddes i slutet av år 1997 ett projekt, vars syfte är att förmedla forskningsdata till plantskolorna och dem som använder plantor i skogsorganisationer. Inom ramen av projektet verkar nio plantproducenter med sammanlagt 28 plantskolor på olika håll i landet. Ansvarig för verksamheten har projektforskaren vid Suonenjoki forskningsstation.

Projektet finansieras av plantproducenterna, regionala finansieraren förbundet Savon Liitto och Skogsforskningsinstitutet. Projektet får för nuvarande också stöd från Europeiska Socialfonden (ESF).

Kurser

Med plantproducenterna har avtalats om vilka kurser som arrangeras under 1998. Experter vid kurserna är främst Skogsforskningsinstitutets forskare, jämte forskare från universitet och yrkeserfarna fackmän. Från plantproducentkretsen deltar sammanlagt ca 45 personer på varje kurs.

På plantskadekurserna, som totalt räcker tre dagar, förmedlas grundlägganden information och deltagarna lär sig också att i praktiken känna igen skador förorsakade av svampar, insekter och abiotiska faktorer, som förekommer i plantskolor och på plantor.

miten taimien laatu vaikuttaa viljelytuloksiin ja esitellään erilaisia taimien laatumittareita. Laaturussilla annetaan myös perustiedot taimien elintoiminnoista ja rakenteesta.

Yhdenpäivän teemakurssi tulee käsittelemään ajankohtaisia taimitarha-asioita, joita vuonna 1998 ovat lyhytpäiväkäsittely ja paakkutaimien talvivarastointi.

Oppaat

Tuho- ja taimien laaturussin sisältö koostuu oppaiksi. Taimitarhojen tuho-oppaassa käsitellään myös viljelyaloilla tavattavia taimituhoja viiden ensimmäisen vuoden aikana istutuksen jälkeä.

Ammattilehti

Hankkeessa on myös alettu toimittaa uutta Taimiuutiset-lehteä, joka on tarkoitettu ammattilehdeksi taimitarhojen ja metsänviljelijöiden käyttöön. Lehdestä ilmestyy kolme numeroa vuonna 1998. Lehdessä esitellään tutkimustuloksia, kerrotaan meneillään olevista kokeista ja tiedotetaan ajankohtaisista asioista.

Tietopalveluhanketta valvoo ohjausryhmä, jossa on edustajia taimituottajista, Savon Liitosta, Metsäosaamiskeskuksesta ja Metlasta. Toiminnan suunnittelussa on projektitutkijan apuna taimituottajien ja Metlan edustajista koostuva projektiryhmä. Hankkeen kesto on toistaiseksi vuoden 1998 loppuun, mutta suunnitelmissa on hakea jatkoaikaa vuodelle 1999.

På en två dagars kurs om plantornas kvalitet, som arrangeras mot årsslutet, klargör hur plantkvaliteten påverkar odlingsresultaten. Också olika mätare för plantkvalitet presenteras. På kvalitetskursen kan man också inhämta baskunskaper om plantornas livsfunktioner och uppbyggnad.

En endags temakurs kommer att behandla aktuella frågor i plantskolorna, i år långnattsbehandling och vinterlagring av täckrotsplantor.

Handledningar

Innehållet av plantskade- och kvalitetskurserna sammanställs till handledningar. I handledningen om skador på plantskolorna behandlas också plantskador som påträffas på odlingsytorna inom fem år efter planteringen.

Facktidskrift

Projektet har också börjat ge ut en ny tidskrift, Taimiuutiset (Plantnytt), avsedd som facktidskrift för plantskolor och skogsodlare. Tidskriften utkommer tre gånger under 1998. I den presenteras forskningsresultat, berättas om aktuella försök och informeras om dagsaktuella ärenden.

Projektet styrs av en styrgrupp med representanter för plantproducenterna, Savon Liitto, Metsäosaamiskeskus och Skogsforskningsinstitutet. Projektforskaren bistås i planeringen av verksamheten av en projektgrupp som består av representanter för plantproducenterna och Skogsforskningsinstitutet. Projektet löper till utgången av år 1998, men en fortsättning över 1999 planeras.

ISBN 951-40-1726-9
ISSN 0358-4283