

# FOLIA FORESTALIA 611

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1985

---

---

HANNU RAITIO

YKSIVUOTIAIDEN AVOMAALLA  
KASVATETTUIEN PALJAS-  
JUURISTEN MÄNNYNTAIMIEN  
KASVUHÄIRIÖN OIREET JA  
ESIINTYMINEN

SYMPTOMS AND OCCURRENCE  
OF A GROWTH DISTURBANCE IN  
ONE-YEAR-OLD, BARE-ROOTED  
SCOTS PINE SEEDLINGS  
RAISED IN THE OPEN

---



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

Osoite: Unioninkatu 40 A  
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyssönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

*The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*

# FOLIA FORESTALIA 611

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1985

Hannu Raitio

## YKSIVUOTIAIDEN AVOMAALLA KASVATETTUIEN PALJASJUURISTEN MÄNNYNTAIMIEN KASVUHÄIRIÖN OIREET JA ESIINTYMINEN

Symptoms and occurrence of a growth  
disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots  
pine seedlings raised in the open

*Approved on 8.2.1985*

### SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	3
3. TULOKSET .....	4
31. Kasvuhäiriön oireet .....	4
32. Kasvuhäiriön esiintyminen .....	7
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	8
KIRJALLISUUS—REFERENCES .....	9
ENGLISH TRANSLATION .....	10
LIITTEET—APPENDICES .....	13

RAITIO, H. 1985. Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen. English translation: Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open. *Folia For.* 611: 1—14.

Taimitarhoilla kasvuhäiriötä esiintyy runsaasti avomaalla kasvatetuissa paljasjuurisissa männyntaimissa. Sen sijaan muovihuoneissa kasvatetuissa männyntaimissa sekä avomaalla kasvatetuissa kuusen- ja koivuntaimissa häiriötä on esiintynyt vähän harvoja poikkeuksia lukuunottamatta. Yksivuotiaissa avomaalla kasvatetuissa paljasjuurisissa männyntaimissa kasvuhäiriöisten taimien määrä vaihtelee vuosittain. Syksyllä 1983 niitä esiintyi kaikilla tutkituilla taimitarhoilla. Häiriöisten taimien määrä vaihteli 2 %:sta 95 %:iin ja keskiarvo oli 40 %. Suurta vaihtelua esiintyy paitsi vuosittain, myös taimitarhojen, saman tarhan eri kylvölohkojen ja jopa saman kylvölohkon eri alkuperien välillä. Selviä alueellisia eroja ei ilmennyt maan eri osissa syksyllä 1983.

Tyypillisiä oireita männyntaimissa olivat pituuskasvun pysähtyminen, kärkikasvupisteen kuoleminen, varhaisneulasten (eli pitkäverson neulasmaisten varhaislehtien) turpoaminen ja taipuminen, varren halkeamat sekä uusien hankasilmujen puhkeaminen. Ensimmäiset oireet voivat ilmetä jo sirkkataimivaiheessa. Usein jo ensimmäisen kasvukauden jälkeen häiriintyneet taimet ovat muodoltaan pensasmaisia.

Kasvuhäiriön oireet muistuttavat tynen ylimäärän samoin kuin kalsiumin, boorin tai molybdeenin puutteen aiheuttamia oireita. Hyönteisten vaurioittaessa kasvien kärkikasvupisteitä syntyy myös samankaltaisia oireita. Kuvattujen kasvuhäiriön oireiden ja esiintymisen perusteella ei kuitenkaan voida antaa varmaa vastausta kasvuhäiriön syistä, koska mm. monien ravinteiden puutos- ja myrkytysoireet ovat toistensa kaltaisia.

Many of the bare-rooted pine seedlings raised in nurseries in the open suffer from a growth disturbance. The disturbance very seldom occurs, apart from a few exceptions, in pine seedlings grown in plastic greenhouses or in spruce and birch seedlings raised in the open. The number of one-year-old bare-rooted pine seedlings affected by the growth disturbance varies from year to year. All the 31 nurseries investigated in autumn 1983 had problems. The percentage of affected seedlings varied from 2 to 95, the average being 40. There was considerable variation, not only from year to year, but also between the nurseries, between the different seed beds in the same nursery and even between the different seed origins in the same bed. No clear regional differences were found in autumn 1983.

Typical symptoms of the growth disturbance in pine seedlings were the cessation of height growth, death of the apex, swelling and bending of the primary needles, splitting of the stem and the opening of new lateral buds. The first symptoms can appear already during the germling stage. The affected seedlings often develop a bushy form already after the first growing season.

The symptoms resemble those caused by excessive nitrogen or a deficiency of calcium, boron or molybdenum. Similar symptoms appear when insects damage the apices of plants. However, the symptoms and occurrence of the growth disturbance do not provide sufficient evidence to identify the cause of the problem, since many nutrient deficiency and toxicity symptoms resemble each other.

ODC 232.327 + 114.52 + 424.5/.7 + 174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0688-7  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1985. Valtion painatuskeskus

# 1. JOHDANTO

Taimien monilatvaisuudesta on tullut kymmenen viime vuoden aikana taimitarhoillamme vakava taloudellinen ja taimien laatu heikentävä ongelma. Ilmiö on koettu erityisen ongelmallisena avomaalla kasvatetuissa paljasjuurisissa männyntaimissa. Muovihuoneessa kasvatetuissa männyntaimissa sekä avomaalla kasvatetuissa kuusen- ja koivun- taimissa häiriötä on vain harvoissa tapauksissa esiintynyt runsaasti. Oireistoltaan samanlaisia häiriötä on ilmennyt myös karujen kivennäismaiden männyntaimissa.

Kasvuhäiriöisille taimille on ominaista kärkekasvupisteen vaurioitumisesta aiheutunut pensastuminen. Monilatvaisuuden syksi taimitarhaoloissa on joissakin ulkomaisissa tutkimuksissa epäilty herbisidejä, heikkoa kylmänkestävyyttä, hyönteistuhoja, lämpimiä kuivia tuulia, mekaanisia vaurioita sekä ravinnetalouden häiriöitä (Snowdon 1982, Stone ym. 1982, Gross 1983). Taimitarhoillamme kasvuhäiriön syyksi on oletettu useiden eri tekijöiden säätelemää typpi- ja hiven-

ravinnetalouden välistä epätasapainoa (Rai- tio 1983a).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin kasvuhäiriön oireita ja esiintymistä yksivuotiaissa avomaalla kasvatetuissa paljasjuurisissa männyntaimissa (*Pinus sylvestris* L.).

Tämä työ on osa laajemmasta puiden kasvuhäiriötä selvittelevästä projektista. Tutkimus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla. Ylioppilaat Kirsti Fagerström, Päivi Karvonen, Anneli Moisio ja Tiina Suuronen ovat avustaneet mikroteknisissä töissä sekä maat. metsät. yo Tarja Lehto ja tutkimusapulainen Toini Oesch taimi-inventaariossa. Konepiirtäjä Irma Honganpuhto ja yo Kaija Airila ovat piirtäneet graafiset kuvat. FK Leena Kaunisto on laatinut ja MMK John Derome tarkistanut englanninkieliset käännökset. Merkonomi Tuire Kilponen on tehnyt konekirjoituksen.

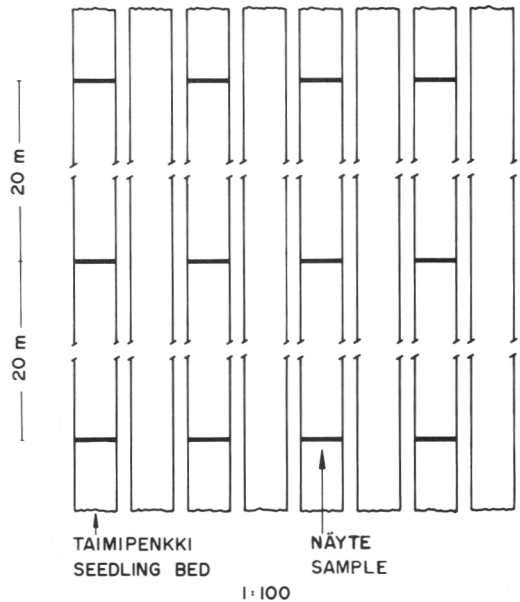
Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja siihen varteenotetuja korjausehdotuksia laatineet prof. Paavo Havas, FK Kimmo Kaakinen, MMT Seppo Kaunisto, prof. Sirkka Kupila-Ahvenniemi, MMT Olavi Laiho, prof. Erkki Lähde ja FK Eero Tikkanen.

Esitän parhaimmat kiitokseni kaikille työtäni avustaneille, erityisesti maamme taimitarhanhoitajille saamastani tuesta.

# 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen männyntaimien (*Pinus sylvestris* L.) kasvuhäiriön ulkoisten ja sisäisten oireiden selvittämiseksi kerättiin aineistoa vuosina 1980—1984 Keskusmetsälautakunta Tapion Alakärpän (Oulu, 64°59' N, 25°39' E) ja Miekkeinpetäjän (Jämsä, 61°54' N, 25°8' E) taimitarhoilta sekä Pohjois-Karjalan piirimetsälautakunnan Juuan taimitarhalla (Juuka, 63°14' N, 29°10' E). Anatomisia tutkimuksia varten taiminäytteet fikseerattiin FAA:lla (90 osaa 70 % etanolia +5 osaa jäätettä +5 osaa 1 % formaliniä). Näytteet valettiin parafiiniin ja värjätettiin safraniinilla tai safraniinifastgreenillä (Berlyn & Miksche 1976). Leikeiden paksuus oli 14—18 µm. Liitteessä 1 on esitetty anatomisesti tutkittujen taimien lukumäärä.

Lokakuussa 1983 inventoitiin 31 taimitarhalla kasvuhäiriöisten männyntaimien määrä kuluneen kesän kylvöksiltä (liite 2). Tätä varten kerättiin 5.—24.10. kunkin tarhan kylvökseltä 12 näytettä, jotka kerättiin kuvan 1 osoittamista kohdista kylvöksen keskivaiheilta. Taimet irrotettiin juurineen taimipenkin levyiseltä noin 20 cm pitkältä (~ 0,22 m<sup>2</sup>) alalta. Terveennäköisten ja kasvuhäiriöisten taimien määrät laskettiin myöhemmin laboratoriossa. Taimi luokiteltiin terveennäköiseksi, jos siinä ei ollut haaroja tai haarat olivat selvästi pääversoa lyhyempiä. Lisäksi taimessa tuli olla vain yksi johtava päätesilmu (kuva 2). Taimen pituuteen ei kiinnitetty huomiota. Vuonna 1984 samanlainen inventaario tehtiin lokakuun alussa Alakärpän, Juuan, Keuruun, Miekkeinpetäjän ja Pataman taimitarhoilla.



Kuva 1. Näytealojen sijainti taimipenkeissä.  
Fig. 1. Location of the sample plots in the seedling beds.



Kuva 2. Terveennäköisiä (neljä vasemmanpuoleista) sekä pensasmaisia paljasjuurisia männyntaimia. Taimet kylvetty 24.5.1984 ja kuvattu 25.9.1984. Kuva H. Raitio.

*Fig. 2. Healthy-looking (four seedlings on the left) and bushy bare-rooted pine seedlings. Sown on May 24, 1984, and photographed on September 25, 1984. Photographer H. Raitio.*

Syyskuussa 1983 inventoitiin Juuan taimitarhan kylvös, koska haluttiin kartoittaa häiriöisten taimien osuus kylvöksen eri osissa. Kustakin taimipenkistä laskettiin viidestä kohtaa keskeltä penkkiä terveennäköisten ja kasvuhäiriöisten taimien määrä  $25 \times 25$  cm suuruiselta alalta. Näytealat sijaitsivat 30 m välein. Ensimmäinen näyteala oli 20 m penkin päästä.

Lokakuussa 1984 tutkittiin metsähallituksen Pata-

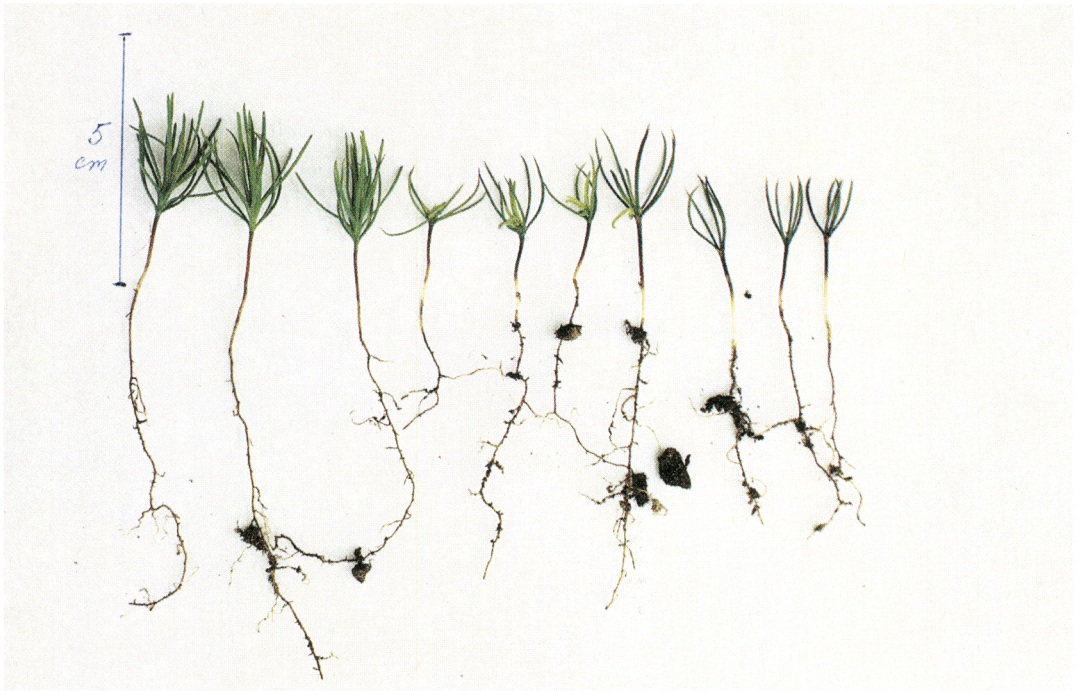
man taimitarhalla kasvuhäiriön esiintymistä yksittäisessä taimipenkissä. Tätä varten mitattiin yhdestä penkistä 20 m välein seitsemän noin neliömetrin suuruisia näytealaa. Ensimmäinen sijaitsi 10 m penkin päästä. Jokainen näyteala jaettiin 15 osa-alaan ( $20 \times 37$  cm), joista taimet kerättiin juurineen. Terveennäköisten ja kasvuhäiriöisten taimien määrät laskettiin myöhemmin laboratoriossa.

### 3. TULOKSET

#### 31. Kasvuhäiriön oireet

Kasvuhäiriön ensimmäisenä ulkoisena oireena yksivuotiailla avomaalla kasvatetuilla paljasjuurisilla männyntaimilla ilmeni pituuskasvun pysähtyminen. Tämä saattoi tapahtua jo sirkkataimivaiheessa (kuva 3). Pahimissa tapauksissa taimien kehitys pysähtyi kokonaan sirkkataimivaiheeseen, kuten kävi

Pataman taimitarhan lähes koko kylvökselle vuonna 1983. Parin kuukauden ikäisissä taimissa häiriö ilmeni siten, että pituuskasvultaan hidastuneissa taimissa varhaisneulaset (eli pitkäverson neulasmaiset varhaislehdet) tai osa niistä turposi voimakkaasti tyveltään ja taipui sivulle päin. Normaalisti ne kasvavat yhtenä kimppuna suoraan ylöspäin (kuva 3). Tässä ikävaiheessa heti sirkkaneulasten



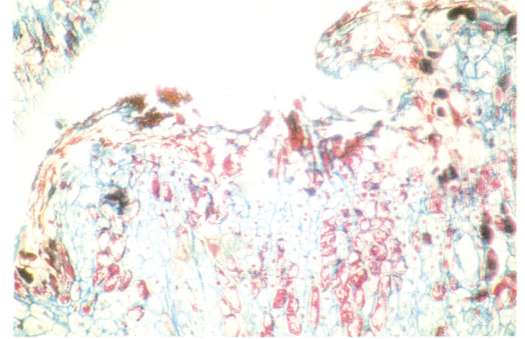
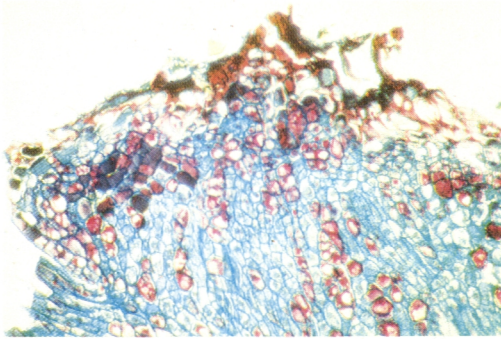
Kuva 3. Terveennäköisiä (kolme vasemmanpuoleista) sekä eri tavoin häiriytyneitä paljasjuurisia männyntaimia. Taimet kylvetty 24.5.1984 ja kuvattu 12.7.1984. Kuva H. Raitio.

Fig. 3. Healthy-looking (three seedlings on the left) and bare-rooted pine seedlings affected to a varying degree. Sown on May 24, 1984, and photographed on July 12, 1984. Photographer H. Raitio.

alapuolella saattoi em. oireiden ohella varsi paksuuntua. Myöhemmin tämä kohta halkeasi. Joissakin taimissa halkeama oli koko varren pituinen. Osassa taimia näkyi varsissa vain pistomaisia pieniä viiltoja. Myöhemmin taimiin ilmaantui lukuisia uusia hankasilmuja. Taimesta tuli monilatvainen hankasilmuista kehittyneiden haarojen kasvaessa kärkisilmusta kehittyneen pitkäverson ohi. Mikäli haarat eivät kasvaneet normaalisti, taimesta muodostui pallomainen "sykerö" (kuva 2). Väritään häiriintyneiden taimien neulaset olivat yleensä tumman sinivihreitä. Joissakin tapauksissa pituudeltaan ja muutenkin normaalisti kehittyneen taimen kärkisilmusta kehittynyt pitkäverso taipui 90 asteen kulmassa sivulle päin. Näitä esiintyi syksyllä 1984 eritoten Alakärpän taimitarhalla Oulussa. Syksyllä 1983 Tapionpellon taimitarhalla Joutsenossa Etelä-Karjalan alkupe-  
rää olevissa 1A-taimissa häiriö ilmeni siten, että terveennäköisissä taimissa oli lukuisia tasavertaisia kärkisilmuja. Viimeksi mainituissa tapauksissa häiriö ilmeni monilatvaisuutena vasta seuraavana kasvukautena. Sen

sijaan Tapionpellon taimitarhalla edellä mainitun alkuperän kanssa samassa kylvölohkossa kasvaneet Pohjois-Karjalan alkuperää olevat häiriintyneet taimet olivat tyypillisiä "sykeröitä".

Kärkikasvupisteen vauriosta on selvänä osoituksena pituuskasvun pysähtyminen ja etenkin monilatvaisuus. Anatomisissa tutkimuksissa häiriintyneiden taimien kärkikasvupisteissä havaittiin kahdentyyppisiä joko erikseen tai yhdessä esiintyviä oireita. Osassa taimista kärkikasvupisteen alapuolisessa ydinsolukossa oli ontelo. Yhteydet voimistuneisiin hankasilmuihin olivat sen sijaan hyvin kehittyneet. Useimmiten taimien monilatvaisuus kuitenkin näytti olevan seurausta kärkikasvupisteen kuolemasta. Kärkikasvupisteen vaurioituminen ilmeni mm. siten, että ensimmäisten suojuslehtien ja promeristeemin tyvi oli kuollutta ruskeaa solukkoa. Tätä vakavammissa tapauksissa rusketus saattoi käsittää koko promeristeemin ja ensimmäiset suojuslehdet. Pahimmissa tapauksissa kärkikasvupiste oli täysin kuollut. Joidenkin taimien kuolleesta kärkikasvu-



Kuva 4. Pitkittäisleikkauksia yksivuotiaan paljasjuurisen männyntaimen vaurioituneesta kärkikasvupisteestä. Taimet kylvetty 21.5.1984, fikseerattu 25.7.1984. X170. Kuva H. Raitio.

Fig. 4. Longitudinal sections of the damaged apex of a one-year-old bare-rooted pine seedling. Sown on May 21, 1984, fixed on July 25, 1984. X170. Photographer H. Raitio.

pisteestä puuttui osa solukkoa (kuva 4). Kuolleen kärkikasvupisteen ympärillä oli usein pieniä hiekka- tai turvejyväsiä limamaisen aineen sitomana. Kaikissa edellä kuvatuissa tapauksissa havaittiin häiriöitä solukoiden järjestyksessä ja erilaistumisessa. Sirkka- ja varhaisneulasten tukisolukossa ja

mesofyllissä oli usein myös erikokoisia onteoloita. Juurissa ei havaittu morfologisia eikä anatomisia oireita.

Mikäli taimipenkissä esiintyi ulkoisesti häiriintyneitä taimia, anatomisia oireita oli lähes poikkeuksetta myös terveennäköisissä taimissa.

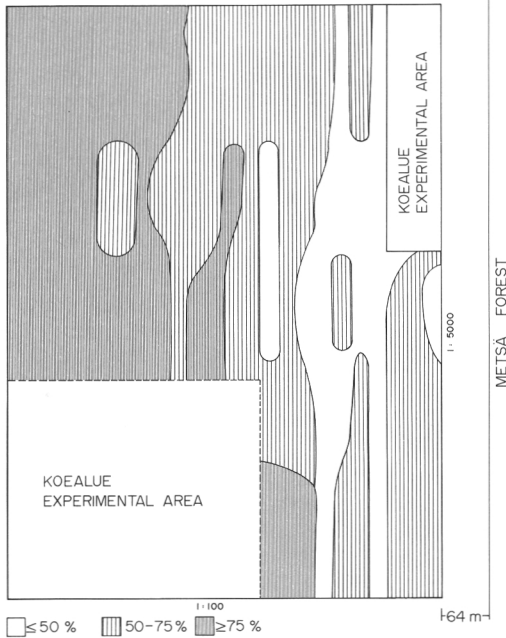
Taulukko 1. Kasvuhäiriöisten männyntaimien (1A) osuus (%) avomaakylvöksillä syksyllä 1983 ja 1984. Numero taimitarhan nimen edessä viittaa liitteessä 2 olevaan numerointiin.

Table 1. Percentage of affected pine seedlings (1A) in open seeded areas in autumn 1983 and 1984. The number in front of the name of the nursery refers to the numbering in Appendix 2.

Taimitarha — Nursery	1983	1984	Taimitarha — Nursery	1983	1984
1. Ahvenlampi, Kolkanlahti	67		17. Pinsiö	30	
2. Alakärppä, Oulu	95	75 <sup>1)</sup>	18. Pussilanvaara, Lieksa	18	
3. Hepoharju, Taavetti	31		19. Puupelto, Rantasalmi	35	
4. Hietikko, Virttaa	12		20. Ruuttula, Tuusjärvi	70	
5. Juuka	65	56 <sup>1)</sup>	21. Röykkä	47	
6. Kankaanranta, Lamppi			22. Salmela, Savonlinna	36	
I-lohko	22		23. Siippy	35	
field			24. Suonenjoki	42	
II-lohko	15		25. Syrjälä, Toroppala	11	
field			26. Tapionpelto, Joutseno		
III-lohko	10		I-lohko	50	
field			field		
7. Kannus	49		II-lohko		
8. Katti, Vuokatti	53		field		
9. Keuruu	2	12	Etelä-Karjalan alkuperä	24	
10. Kuusisto, Kangasniemi	15		South Karelian origin		
11. Leksvall, Tammissaari	5		Pohjois-Karjalan alkuperä	78	
12. Miekkainpetäjä, Jämsä	36	6	North Karelian origin		
13. Onkamo	22		27. Tepu, Joroinen	17	
14. Patama, Häkkilä	82	22 <sup>1)</sup>	28. Tyllilä, Mäntyharju	63	
15. Pekolampi, Lapinlahti			29. Ukkonniemi, Imatra	4	
I-lohko	57		30. Vierumäki	51	
field			31. Virpimäki, Ruha		
II-lohko	67		I-lohko	90	
field			field		
16. Pieksämäki	27		II-lohko	47	
			field		

1) Suurin osa vuoden 1984 kylvöksestä kasvatettu akryyliharson alla. Tulos on ilman harsoa kasvatetulta alueelta.  
Most of the 1984 seedlings were grown under acrylic netting. These are not included in the result.



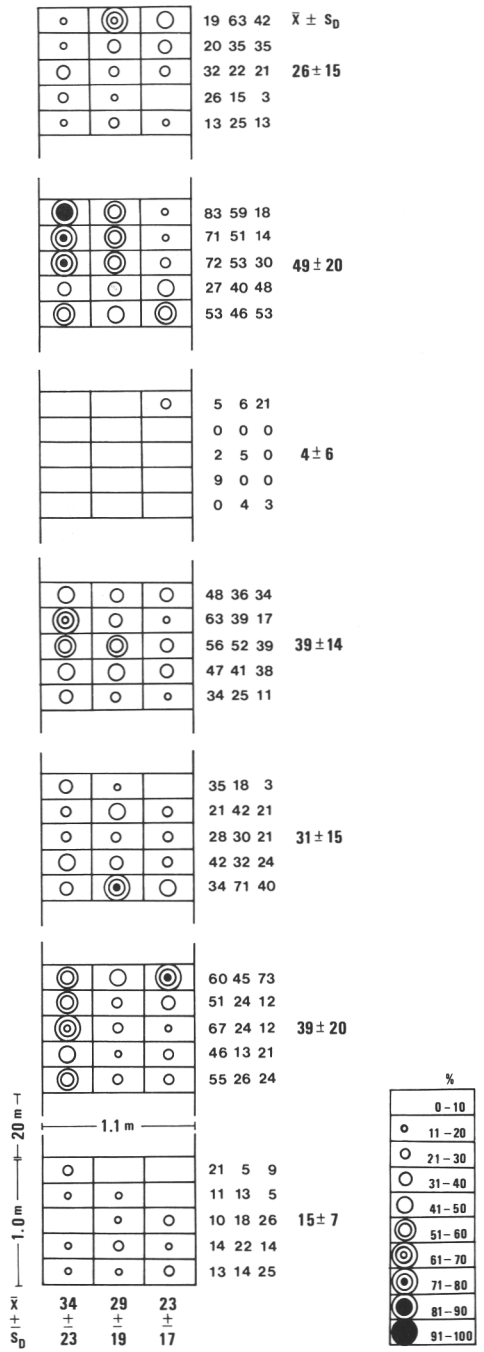


Kuva 5. Kasvuhäiriöisten männyntaimien esiintyminen syksyllä 1983 Juuan taimitarhan kylvöksellä.  
 Fig. 5. Distribution of the affected pine seedlings in autumn 1983 at Juuka nursery.

### 32. Kasvuhäiriön esiintyminen

Avomaalla kasvuhäiriötä esiintyy kaikenikäisissä männyntaimissa. Häiriöisten taimien osuus vaihtelee vuosittain (taulukko 1). Kasvuhäiriöisten 1A-männyntaimien määrä 31 taimitarhan avomaakylvöksellä syksyllä 1983 vaihteli 2 %:sta 95 %:iin ja keskiarvo oli 40 %. Selvää alueellista jakautumista ei ilmennyt. Suonenjoella ja Juussa taimitarhojen omat inventaariotulokset olivat noin 10 % tässä työssä esitettyjä arvoja korkeammat. Eri tarhojen välillä ja saman tarhan eri kylvölohkojen, jopa samassa kylvölohkossa eri alkuperienkin välillä oli vaihtelua (taulukko 1).

Kuvassa 5 on esitetty häiriöisten taimien osuus Juuan taimitarhalla kylvöksen eri osissa syksyllä 1983. Häiriöiden määrä väheni siirryttäessä kylvöksen aukean puoleiselta reunalta metsän puoleiselle reunalle. Sama ilmiö oli havaittavissa Tapionpellon taimitarhalla Joutsenossa ja Virpimäen taimitarhalla Lapualla. Yksittäisissä taimipenkeissä häiriöiset taimet esiintyivät jossain määrin laikuittain, kuten Pataman taimitarhalta tutkittu satunnaisesti valittu esimerkki osoittaa (kuva 6).



Kuva 6. Kasvuhäiriöisten männyntaimien esiintyminen yksittäisessä taimipenkissä syksyllä 1984 Pataman taimitarhalla.

Fig. 6. The location of affected pine seedlings in a separate seedling bed at Patama nursery in autumn 1984.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Tyypillisintä yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriölle on apikaali- eli kärkidominanssin häiriöt. Havaitut kasvuhäiriön oireet voivat aiheutua pääasiassa joko välillisesti tai välittömästi ravinnetalouden häiriöistä tai hyönteisten aiheuttamista vaurioista. Oireiden perusteella keskeisimpiä ravinnetaloudellisia näkökohtia ovat typen ylimäärä sekä kalsiumin, boorin tai molybdeenin puutos.

Ensimmäiset havainnot ravinteiden osuudesta estää sivusilmujen kehitys ja säädellä kärkidominanssia tehtiin *Agropyron repens* ja *Linum usitatissimum* -lajeilla (McIntyre 1964, 1968). Näillä kasveilla runsas typpi indusoi sivusilmujen voimakkaan kehityksen ja siten epänormaalin kärkidominanssin. Vastaavasti erällä *Eucalyptus*-lajeilla alhainen typpi- tai fosforitaso esti taimien sivuhaarojen kehityksen. Sen sijaan alhainen kaliumtaso indusoi monihaarausua (Will 1961). Samoin *Pinus radiata* -männyn eri-ikäisillä taimilla korkean typpitason on todettu aiheuttaneen taimien pensastumista (Will 1971, Knight 1973, Will & Hodgkiss 1977). Tyypillisiä runsaan typen aiheuttamia oireita pensastumisen ohella ovat neulasten tummanvihreä väri, voimakas vegetatiivinen kasvu sekä lehtien ja neulasten kärki- ja reunameristemien ruskettuminen ja kuoleminen. Tunnettuja anatomisia oireita ovat parenkymaattisten solukoiden muodostuminen sklerenkymaattisten solukoiden kustannuksella sekä suurionteloiset, ohutseinäiset solut (Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Tässä työssä kuvattu männyntaimien pensastuminen ja neulasten tumman sinivihreä väri muistuttavat edellä kuvattuja oireita.

Kalsiumin puutos ilmenee ensimmäisenä nuorimmissa erilaistuvissa kasvinosissa. Tyypillisiä puutosoireita ovat verson ja juurten kasvun pysähtyminen, antosyaanin kasautumisesta aiheutuva ruskeanviolettii väri, nuorimpien neulasten ja lehtien taipuminen ja kiertyminen. Muita oireita ovat lehtisuonten välillä ilmenevä solukoiden ruskettuminen, lehtien kärkikasvupisteestä alkava reunameristemien kuivuminen ja kuoleminen sekä latvakasvaimen kärkimeristemien kuoleminen. Ulkoasultaan kalsiumin puutosta kärsi-

vät kasvit ovat pensasmaisia (Davis 1949, Bussler 1962a ja b, 1963, Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Männyntaimien kasvuhäiriön oireista kasvun äkillinen pysähtyminen, varhaisneulasten taipuminen, kärkikasvupisteen kuoleminen sekä taimien pensasmainen ulkoasu ovat kalsiumin puutosoireiden kaltaisia.

Tunnettuja boorin puutosoireita havupuilla ovat latvakasvaimen, sen kärjen tai kärkisilmun kuoleminen sekä voimakas uusien hankasilmujen muodostuminen ja siitä aiheutuva pensasmainen kasvutapa. Neulaset ovat sinivihreitä, kärjestään kloroottisia, mutkaisia tai eri tavoin kiertyneitä. Tyypillisiä anatomisia oireita ovat solukoiden epänormaali erilaistuminen ja järjestys, solujen liikkakasvu, voimakas ontelonmuodostus, johtosolukoiden epämuodostumat ja epäjärjestys sekä kärkimeristemien kuoleminen (Kolari 1979). Havaitut männyntaimien kasvuhäiriön oireet muistuttavat kaikilta osiltaan boorin puutosoireita.

Puilla molybdeenin puute on heikosti tunnettu, eikä metsissä kasvavista lajeista puute tapauksia ole toistaiseksi tiedossa (Kolari 1979). Sen sijaan astia- ja ravinneliuoskokeista on joitakin havaintoja (Smith 1943, Hacs-kaylo 1960). Parhaiten molybdeenin puutosoireet tunnetaan *Brassicaceae*-heimon lajeilla, erällä hernekasveilla ja hedelmäpuilla (Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Tyypillisiä molybdeenin puutosoireita kukakaalilla ovat pituuskasvun estyminen, ylimpien nivelvälien lyhydestä aiheutuva ruusukkeisuus, kärkikasvupisteen kuolemista ja lukuisien uusien hankasilmujen puhkeamisesta aiheutuva pensasmainen kasvutapa, eriaisteiset nekroosit lehdistä sekä nuorimpien lehtien epänormaali muoto. Syntyntapansa ja ulkoasunsa puolesta männyntaimien kasvuhäiriön oireista pituuskasvun heikkeneminen, neulasten muoto ja väri, kärkikasvupisteen ja sitä suojaavien neulasten aiheiden nekroosi ja kuoleminen sekä lukuisien uusien silmujen syntyminen muistuttavat molybdeenin puutosoireita.

Korkean typpitason, samoin kuin useiden eri hivenravinteiden puutteen on todettu alentavan kasvien kylmänkestävyyttä (Berg-

mann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Koska taimitarhoillamme esiintyy vuosittain lähes poikkeuksetta halloja männyntaimien ollessa sirkkataimivaiheessa, on mahdollista, että kasvuhäiriöt ovat osaltaan seurausta myös hallavaurioista.

Jotkut hyönteiset ovat aiheuttaneet kasvien pensastumista vaurioittamalla niiden meristemaattisia solukoita (Bussler 1970a ja b, Varis 1972). Koska taimitarhoillamme esiintyy erilaisia hyönteisiä, mm. peltoluteita eri kehitysvaiheissaan, on mahdollista, että nekin ovat voineet aiheuttaa männyntaimien pensastumisen. Tähän viittaavat myös tehdyt insektaariokokeet (Holopainen 1985, Poteri 1985). Peltolude talvehtii aikuisena etenkin karikkeessa ja havupuiden maanläheisissä oksissa. Metsästä laji siirtyy mm. viljelysmaille tavallisesti toukokuun lopulla (Varis 1972). Näin ollen peltoluteen aiheuttamia kasvuhäiriöisiä männyntaimia tulisi esiintyä eniten kylvösten metsänpuoleisissa osissa. Näin ei kuitenkaan esim. Juuan taimitarhalla ollut. On myös mahdollista, että ravinneta-

louden häiriöiden seurauksena taimet altistuvat hyönteis- ja sienituhoille (Bussler 1970a, Bergmann & Neubert 1976, Kurkela 1983).

Puulajeistamme kuusi (*Picea abies* (L.) Karsten) ja koivut (*Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.) ovat ravinne- ja vesitaloudeltaan mäntyä vaateliaampia. Mahdollisesti osin tästä syystä kasvuhäiriötä esiintyy taimitarhoilla runsaan ravinnetilanteen vallitessa eniten juuri männyllä. Voimakkaaseen ajalliseen ja paikalliseen kasvuhäiriöisten männyntaimien määrän vaihteluun osasyynä lienevät kasvualustan laadun, lannoitus- ja torjuntakemikaalikäsittelyjen, kastelun sekä sääolojen vaihtelu.

Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriölle on ominaista kärkidominanssin häiriöstä aiheutuva pensastuminen. Tässä työssä kuvattujen kasvuhäiriön oireiden ja esiintymisen perusteella ei kuitenkaan voida antaa varmaa vastausta kasvuhäiriön syistä, koska mm. monien ravinteiden puutos- ja myrkytysoireet ovat toistensa kaltaisia.

## KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Bergmann, W. 1983. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena. VEB Gustav Fischer Verlag. 614 s.
- & Neubert, P. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen. Jena. VEB Gustav Fischer Verlag. 711 s.
- Berlyn, G. P. & Miksche, J. P. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Ames, Iowa. The Iowa State University Press. 326 s.
- Bussler, W. 1962a. Ca-Mangelsymptome bei Sonnenblumen. Z. PflErnähr., Düng., Bodenk. 99: 207—215.
- 1962b. Gewebe- und Zellschädigungen bei Calciummangel-Sonnenblumen. Z. PflErnähr., Düng., Bodenk. 99: 216—233.
- 1963. Calcium-Mangelsymptome an höheren Pflanzen. Z. PflErnähr., Düng., Bodenk. 100: 129—142.
- 1970a. Die Entwicklung der Mo-Mangelsymptome an Blumenkohl. Z. PflErnähr. Bodenk. 125(1): 36—50.
- 1970b. Die Molybdenmangelsymptome und ihre Entwicklung. Z. PflErnähr. Bodenk. 125(1): 50—64.
- Davis, D. E. 1949. Some effects of calcium deficiency on the anatomy of *Pinus taeda*. Am. J. Bot. 36: 276—282.
- Gross, H. L. 1983. Injuries to terminal shoots cause multiple-leadered nursery seedlings. 12 s. Information report O-X-347. Great Lakes Forest Research Centre, Canadian Forestry Service, Department of the Environment.
- Hackaylo, J. 1960. Deficiency symptoms in forest trees. Trans. 7th Intern. Cong. Soil Sci., Madison 3: 395—405.
- Holopainen, J. 1985. Peltolude männyntaimien kasvuhäiriön aiheuttajana. Kasvinsuojelulehti 18(1): 14—16.
- Knight, P. J. 1973. Influence of nitrogen supply on the growth and branching habit of *Pinus radiata* seedlings. New Zealand J. Forestry 18(2): 273—278.
- Kolari, K. K. 1979. Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Summary: Micronutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review. Folia For. 389: 1—37.
- Kurkela, T. 1983. Mineraaliravinteet ja metsän taudit. Teoksessa: Raitio, H. (toim.). Metsäpuiden fysiologia I. Ravinnetalouden perusteita. s. 189—200.
- McIntyre, G. I. 1964. Mechanism of apical dominance in plants. Nature 203(12): 1190—1191.
- 1968. Nutritional control of the correlative inhibition between lateral shoots in the flax seedling (*Linum usitatissimum*). Canad. J. Bot. 46: 147—155.
- Poteri, M. 1985. Peltolude männyntaimien kasvuhäiriön aiheuttajana. Suullinen tiedonanto. Personal communication. Metsäntutkimuslaitos. Metsänsuojelun tutkimusosasto.
- Raitio, H. 1983a. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 116: 1—15.

- (toim.) 1983b. Metsäpuiden fysiologiaa I. Ravinnetalouden perusteita. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 39: 1—200.
- Smith, M. E. 1943. Micronutrients essential for the growth of *Pinus radiata*. Aust. For. 7: 22—27.
- Snowdon, P. 1982. Diagnosis of boron deficiency in soils by pot experiments with *Pinus radiata*. Aust. For. Res. 12(3): 217—229.
- Stone, E. L., Hollis, C. A. & Barnard, E. L. 1982. Boron deficiency in a Southern pine nursery. Southern J. Applied Forestry 6(2): 108—112.
- Varis, A.-L. 1972. The biology of *Lygus rugulipennis* popp. (Het., Miridae) and the damage caused by this species to sugar beet. Selostus: Peltolueen biologiasta ja vioituksesta sokerijuurikkaassa. Ann. Agric. Fenn. 11: 1—56.
- Will, G. M. 1961. Some changes in the growth habit of *Eucalyptus* seedlings caused by nutrient deficiencies. Empire For. Rev. 40: 301—307.
- 1971. Nitrogen supply, apical dominance and branch growth in *Pinus radiata*. Short communication. Plant & Soil 34: 515—517.
- & Hodgkiss, P. D. 1977. Influence of nitrogen and phosphorus stresses on the growth and form of *radiata* pine. New Zealand J. Forestry 7(3): 307—320.

Total of 27 references

## Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open

### Introduction

A growth disturbance that leads to multiple-leader seedlings has become a serious economic problem in our nurseries during the past ten years. The situation is particularly serious in the case of bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open. Pine seedlings grown in plastic greenhouses, as well as spruce and birch seedlings grown in the open, rarely suffer to any great extent from this growth disturbance. Similar symptoms have also been observed in pine seedlings growing on infertile mineral soil.

The affected seedlings are characterized by bushy growth resulting from apical damage. It has been suggested in a number of investigations carried out abroad that the development of multiple-leaders in nursery-grown seedlings is caused by herbicides, poor frost resistance, insect damage, warm dry winds, mechanical damage and an unbalanced nutrient status (Snowdon 1982, Stone et al. 1982, Gross 1983). As far as nurseries in Finland are concerned, an imbalance between the nitrogen and micronutrient status, regulated by a number of different factors, has been proposed as the cause of the growth disturbance (Raitio 1983a).

This investigation is concerned with the symptoms and occurrence of the growth disturbance in bare-rooted pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) raised in the open.

### Material and methods

The external and internal symptoms of the growth disturbance were studied in one-year-old pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) raised in the open using material collected at the Alakärppä (Oulu, 64°59' N, 25°39' E) and Miekkainpetäjä (Jämsä, 61°54' N, 25°8' E) nurseries owned by the Central Forestry Board, Tapio, and the

Juuka nursery (Juuka, 63°14' N, 29°10' E) belonging to the Forestry Board District of North Karelia. The samples to be used in the anatomical investigations were fixed with FAA (90 parts 70 % ethanol + 5 parts glacial acetic acid + 5 parts 1 % formalin). The samples were embedded in paraffin and dyed with safranin or safranin fastgreen (Berlyn & Miksche 1976). The sections were 14—18  $\mu$ m thick. The number of seedlings investigated anatomically is shown in Appendix 1.

The number of affected seedlings which developed from seed sown the same summer was inventoried in 31 nurseries in October 1983 (Appendix 2). Twelve samples were collected from the middle of the sown area marked on Figure 1 in each nursery from 5 to 24 October. The seedlings, along with their roots, were taken from a 20-cm-long area (~ 0.22 m<sup>2</sup>, equivalent to a nursery bed). The healthy-looking and affected seedlings were counted later in the laboratory. A seedling was classified as being healthy-looking if it did not exhibit forked growth, or if any double or multiple leaders were distinctly shorter than the main leader. Moreover, such seedlings should have only one terminal bud (Fig. 2). No attention was paid to the height of the seedlings. A similar inventory was carried out at the Alakärppä, Juuka, Keuruu, Miekkainpetäjä and Patama nurseries in early October, 1984.

A sown area was inventoried at the Juuka nursery in September 1983 in order to determine the proportion of affected seedlings in different parts of the sown area. The number of healthy-looking and affected seedlings was counted at five points over an area of 25 × 25 cm in the middle of each bed. The sample plots were situated at intervals of 30 m from each other. The first sample plot was 20 m from the end of the bed.

The occurrence of the growth disturbance was investigated in one nursery bed at the Patama nursery (the State Board of Forestry) in October 1984. The bed was divided into seven sample plots (1 m<sup>2</sup> each) spaced at 20-m intervals. The first plot was 10 m from the end

of the bed. Each sample plot was divided into 15 subplots (20 × 27 cm). The seedlings, along with their roots, were taken from the subplots. The number of healthy-looking and affected seedlings was later counted in the laboratory.

## Results

### *Symptoms of the growth disturbance*

The first external symptom to appear in one-year-old bare-rooted pine seedlings raised in the open was the cessation of height growth. This may even occur already during the germling stage (Fig. 3). In the worst cases seedling development ceased completely at the germling stage, as was the situation in almost the whole sown area at the Patama nursery in 1983. The height growth of 2-month-old seedlings suffering from the growth disturbance had slowed down, and all or part of their primary needles were swollen at the butt end and bent sideways. The needles normally grow directly upwards in a bunch (Fig. 3). At this age the stem directly below the cotyledon needles may swell and later split. In some seedlings the split covered the entire length of the stem. In some seedlings there were only small pricklike wounds in the stems. Later on a large number of new buds appeared. If the lateral buds were growing normally, the seedling would develop several leaders. However, if even these buds were not growing normally, then the seedling would develop into a ball-shaped "brush" (Fig. 2). The colour of the needles on affected seedlings was usually dark turquoise. In some cases the top of seedlings that had otherwise grown and developed normally was bent sideways at an angle of 90°. Such cases were especially common at the Alakärppä nursery in Oulu in autumn 1984. 1A seedlings originating from South Karelia had many equally developed buds at the top of healthy-looking seedlings at the Tapionpelto nursery at Joutseno in autumn 1983. Multiple leaders did not become visible in the latter cases until the next growing season. On the other hand, affected seedlings of North Karelia origin which were growing in the same sown area at the Tapionpelto nursery as the above-mentioned seedlings, were typical "brush" cases.

The cessation of height growth, and especially the development of multiple leaders in the seedlings, clearly indicate some kind of apical damage. The anatomical studies carried out on the affected seedlings confirmed that two types of symptoms occurred either singly or jointly in the apex. The pith cells below the apex of some of the seedlings had become cavitated. Steles to the strongly developed lateral buds were, however, well developed. In many cases, however, the development of multiple leaders seemed to be a result of apical death. Damage in the apex appeared, for example, in the form of dead, brown cells in the butt of the first bracts and promeristem. In severer cases the entire promeristem and the first bracts had turned brown. In the worst cases the apex was dead. Part of the tissue was missing from the dead apical meristem of some seedlings (Fig. 4). Small sand and peat particles had frequently become glued to the dead apex. In all these cases there were disturbances in the order and differentiation of the tissues. The schlerenchyma and mesophyll of the cotyledon and primary needles often had cavities of unequal size. No morphological or anatomical symptoms were detected in the roots.

If the seedlings in a particular seed bed had visible

symptoms, then the healthy-looking seedlings in the same bed almost invariably had anatomical symptoms.

### *Occurrence of the growth disturbance*

The growth disturbance occurs in pine seedlings of all ages grown in the open. The number of affected seedlings varies from year to year (Table 1). In autumn 1983 the percentage of affected 1A pine seedlings varied from 2 to 95 in the open-air sowing areas of 31 nurseries, the average being 40. There were no clear regional differences. The number of the affected seedlings in inventories carried out at the Suonenjoki and Juuka nurseries were 10 % higher than the figures presented in this study. Variation was evident between the nurseries, between different seed beds in the same nursery and even between the different seed origins in the same bed (Table 1).

The percentages of affected seedlings in different parts of the sown area at the Juuka nursery in autumn 1983 are shown in Figure 5. The number of cases of growth disturbance was smaller at the edge near the forest than near the field. The same phenomenon was seen at the Tapionpelto nursery in Joutseno and the Virpimäki nursery in Lapua. The disturbance usually occurred in patches in individual seed beds, as the randomly chosen example from the Patama nursery shows (Fig. 6).

## Discussion

A disturbance in apical dominance is the most typical problem in one-year-old, bare-rooted pine seedlings raised in the open. It is mainly caused either directly or indirectly by an unbalanced nutrient status or by insect damage. Judging by the symptoms, the most likely nutritional imbalance would be an excess of nitrogen and a deficiency of calcium, boron or molybdenum.

The role of nutrients in preventing the development of lateral buds and in regulating apical dominance was first observed in *Agropyron repens* and *Linum usitatissimum* species (McIntyre 1964, 1968). High levels of nitrogen induced vigorous development of the lateral buds, leading to abnormal apical dominance in these plants. Correspondingly a low level of either nitrogen or phosphorus prevented the seedlings from developing side branches in certain *Eucalyptus* species. On the other hand, a low level of potassium induced multi-branchiness (Will 1961). Similarly, a high level of nitrogen led to bushy growth in *Pinus radiata* seedlings of different ages (Will 1971, Knight 1973, Will & Hodgkiss 1977). Typical symptoms of excessive nitrogen include a strong dark green colour, vigorous vegetative growth, the forming of parenchyma rather than schlerenchyma, large cavities, thin cell walls as well as browning and the death of the apical and edge meristems of the needles (Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). The bushy form of pine seedlings and the dark turquoise colour of the needles described in this paper resemble the above-described symptoms.

Calcium deficiency first appears in the youngest differentiating plant tissue. Typical symptoms are the cessation of shoot and root growth, the brownish purple colour caused by the accumulation of anthocyanin, and bending and twisting of the youngest needles and leaves. Additional symptoms include the browning of the tissue between leaf veins, the drying and death of the edge meristems, starting from the

foliar apex, and the death of the apical meristems of the leaders. Plants suffering from calcium deficiency have a bushy form (Davis 1949, Bussler 1962a and b, 1963, Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Some of the growth disturbance symptoms observed in pine seedlings in this study, such as the sudden cessation of growth, bending of the youngest needles, death of the apex and the bushy form of the plant, resemble the symptoms of calcium deficiency.

Typical symptoms of boron deficiency are the death of the leader, its tip or apical bud, and vigorous development of new lateral buds which lead to a bushy pattern of growth. The needles are turquoise, their tips chlorotic, curvy or twisted in various ways. Typical anatomical symptoms are the abnormal differentiation and order of cells, cellular overgrowth, cavities, deformations and disorganization of vascular bundles and the death of apical meristems (Kolari 1979). All the growth disturbance symptoms recorded in pine seedlings in this study resemble those of boron deficiency.

Molybdenum deficiency in trees is not sufficiently known and so far there is no evidence of deficiencies in trees growing in the forest (Kolari 1979). However, pot and nutrient solution experiments have provided some information (Smith 1943, Hacskaylo 1960). Molybdenum deficiency symptoms in species of the *Brassicaceae* family, some leguminous plants and fruit trees are the best known (Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Typical molybdenum deficiency symptoms in cauliflower are stunted height growth, the formation of rosettes due to the shortness of the upper internode, death of the apex and the bushy form caused by the opening of numerous new lateral buds, foliar necrosis of different degrees and the abnormal shape of the youngest leaves. Judging from the way they have developed and their outward appearance, some of the symptoms in the pine seedlings, such as the weakened height growth, shape and colour of needles, necrosis and death of the apex and its protective primordial needles and the opening of numerous new buds, resemble those of molybdenum deficiency.

A high level of foliar nitrogen, as well as a deficiency

of several micronutrients, lower the frost resistance of plants (Bergmann & Neubert 1976, Bergmann 1983). Since pine seedlings are exposed almost every year to frost when still in the germling stage, it is also possible that the growth disturbance is partly a result of frost damage.

Certain insects cause bushy growth in some plants by damaging the meristem (Bussler 1970a and b, Varis 1972). Since a large number of different insect species can be found in nurseries in Finland, for example *Lygus rugulipennis* in its various developmental stages, it is possible that they are also responsible for the bushy growth in pine seedlings. In fact some insectary experiments support this view (Holopainen 1985, Poteri 1985). Adult *Lygus rugulipennis*, in particular, prefer to winter in litter and the branches of conifers near the ground. It usually moves from forests to agricultural land at the end of May (Varis 1972). One logical conclusion from this would be that pine seedlings damaged by these insects occur more frequently in the areas closest to the surrounding forest. This was not, however, the case at the Juuka nursery. It is also possible that the seedlings weakened by an unbalanced nutrient status are more susceptible to insect and fungus damage (Bussler 1970a, Bergmann & Neubert 1976, Kurkela 1983).

Among the tree species growing in Finland, Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) and two species of birch (*Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrl.) require more nutrients and water than Scots pine. This may be one reason why pine is not able to adapt to the higher nutrient levels in nursery soils. The large variation, both temporal and spatial, in the number of pine seedlings suffering from the growth disturbance may partly be attributed to the quality of the substrate, fertilization and pesticide treatments and irrigation and climatic changes.

The bushy form resulting from a disturbance in apical dominance is typical of one-year-old pine seedlings raised in the open. However, the described symptoms and occurrence of the growth disturbance do not provide sufficient evidence to determine the cause of this problem.

Liite 1. Anatomisesti tutkittujen taimien lukumäärä. Numero taimitarhan nimen edessä viittaa liitteessä 2 olevaan numerointiin.  
 App. 1. The number of anatomically investigated seedlings. The number in front of the nursery refers to the numbering in Appendix 2.

Taimitarha Nursery	Keräys- ajankohta Sampling date	Kylvö- ajan- kohta Sowing date	Alkuperä Origin	Varsi Stem		Kärkikasvupiste Apex		Neulanen Needle		Juuri Root	
				Poikkileikkaus section Terveen- näköinen Healthy- looking	Pitkittäis- leikkaus Longitudinal section Terveen- näköinen Healthy- looking	Poikkileikkaus section Terveen- näköinen Healthy- looking	Pitkittäis- leikkaus Longitudinal section Terveen- näköinen Healthy- looking	Poikkileikkaus section Terveen- näköinen Healthy- looking	Pitkittäis- leikkaus Longitudinal section Terveen- näköinen Healthy- looking		
2. Ala- kärppä Oulu	16.5.1980	12.6.1979	Pohjois- Pohjan- maa Northern Ostro- bothnia	1	2	1	1	2	2	1	1
"	20.5.1980	"	"					2	2		
"	22.5.1980	"	Rova- niemi					1	1		
"	14.7.1980	11.6.1980	Ranua					4	5		
"	22.7.1980	"	"					2	2		
"	28.7.1980	"	"					2	2		
"	4.8.1980	"	"					2	2		
"	11.8.1980	"	"					2	2		
"	18.8.1980	"	"					2	2		
"	20.8.1980	"	"					10	10		
5. Juuka	16.5.1981	10.6.1980	Pohjois- Karljal North Karelia	1	2	1	1	2	2	1	1
2. Ala- kärppä Oulu	15.5.1981	11.6.1980	Ranua	7	3	5	1	6	2	34	16
12. Miek- kain- petäjä Jämsä	18.6.1984	16.5.1984	Keski- Suomi Central Finland								3
"	25.6.1984	"	Siemen viljelmä 124								3
"	25.7.1984	"	Seed orchard 124								3
"	25.7.1984	"	Keski- Suomi Central Finland								12
<b>Yhteensä Total</b>				<b>7</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>39</b>
										<b>27</b>	<b>34</b>
											<b>2</b>
											<b>1</b>

Liite 2. Tutkimuksessa mukana olleiden taimitarhojen sijainti.

App. 2. Location of the nurseries included in the study.

1. Ahvenlammen taimitarha,  
Keski-Suomen PML, Kolkanlahti
2. Alakärpän taimitarha,  
KML Tapio, Oulu
3. Hepoharjun taimitarha,  
Etelä-Karjalan PML, Taavetti
4. Hietikon taimitarha,  
KML Tapio, Virttaa
5. Juuan taimitarha,  
Pohjois-Karjalan PML, Juuka
6. Kankaanrannan taimitarha,  
Satakunnan PML, Lamppi
7. Kannuksen taimitarha,  
Keski-Pohjanmaan PML, Kannus
8. Katin taimitarha,  
Kainuun PML, Vuokatti
9. Keuruun taimitarha,  
Metsänjalostussäätiö, Keuruu
10. Kuusiston taimitarha,  
KML Tapio, Kangasniemi
11. Leksvallin taimitarha,  
Helsingin PML, Tammisaari
12. Miekkaipetäjän taimitarha,  
KML Tapio, Jämsä
13. Onkamon taimitarha,  
Pohjois-Karjalan PML, Onkamo
14. Pataman taimitarha,  
Metsähallitus, Häkkilä
15. Pekolammin taimitarha,  
Pohjois-Savon PML, Lapinlahti
16. Pieksämäen taimitarha,  
Metsänjalostussäätiö, Naarajärvi
17. Pinsiön taimitarha,  
Pirkka-Hämeen PML, Pinsiö
18. Pussilanvaaran taimitarha,  
Metsähallitus, Lieksa
19. Puupellon taimitarha,  
KML Tapio, Rantasalmi
20. Ruuttulan taimitarha,  
Pohjois-Savon PML, Tuusjärvi
21. Röykän keskustaimitarha,  
Metsänjalostussäätiö, Röykkä
22. Salmelen taimitarha,  
Itä-Savon PML, Savonlinna
23. Sidebyn taimitarha,  
Vaasan PML, Siipy
24. Suonenjoen taimitarha,  
Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoki
25. Syrjälän taimitarha,  
Itä-Savon PML, Toroppala
26. Tapionpellon taimitarha,  
KML Tapio, Joutseno
27. Tepun taimitarha,  
Tehdaspuu Oy, Joroinen
28. Tyllilän taimitarha,  
Etelä-Savon PML, Mäntyharju
29. Ukoniemen taimitarha,  
Enso-Gutzeit Oy, Imatra
30. Vierumäen taimitarha,  
Itä-Hämeen PML, Vierumäki
31. Virpimäen taimitarha,  
Etelä-Pohjanmaan PML, Ruha

PML = Piirimetsälautakunta  
Forestry Board District

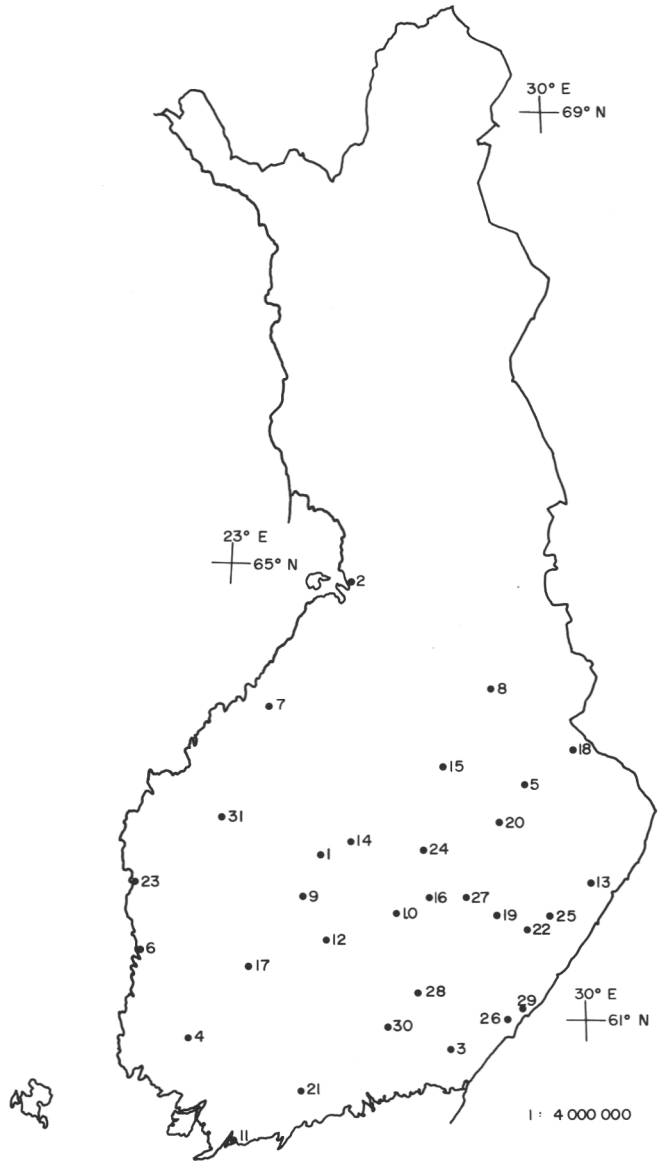
KML = Keskusmetsälautakunta  
Central Forestry Board

Metsähallitus  
The National Board of Forestry

Metsänjalostussäätiö  
The Foundation for Forest  
Tree Breeding

Metsäntutkimuslaitos  
Forest Research Institute

Taimitarha  
Nursery









ODC 232.327 + 114.52 + 424.5/.7 + 174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0688-7  
ISSN 0015-5543

RAITIO, H. 1985. Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen. English translation: Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open. *Folia For.* 611: 1—14.

This investigation is concerned with the symptoms and occurrence of the growth disturbance in bare-rooted pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) raised in the open. The bushy form resulting from a disturbance in apical dominance is typical of one-year-old pine seedlings raised in the open. In autumn 1983 all the investigated 31 nurseries had problems. The percentage of affected seedlings varied from 2 to 95, the average being 40.

The symptoms resemble those caused by excessive nitrogen or by calcium, boron or molybdenum deficiency. Similar symptoms appear when insects damage the apices of plants. However, the described symptoms and occurrence of the growth disturbance do not provide sufficient evidence to determine the cause of this problem, since many nutrient deficiency and toxicity symptoms resemble each other.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, SF-39700 Parkano, Finland.

ODC 232.327 + 114.52 + 424.5/.7 + 174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0688-7  
ISSN 0015-5543

RAITIO, H. 1985. Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen. English translation: Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open. *Folia For.* 611: 1—14.

This investigation is concerned with the symptoms and occurrence of the growth disturbance in bare-rooted pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) raised in the open. The bushy form resulting from a disturbance in apical dominance is typical of one-year-old pine seedlings raised in the open. In autumn 1983 all the investigated 31 nurseries had problems. The percentage of affected seedlings varied from 2 to 95, the average being 40.

The symptoms resemble those caused by excessive nitrogen or by calcium, boron or molybdenum deficiency. Similar symptoms appear when insects damage the apices of plants. However, the described symptoms and occurrence of the growth disturbance do not provide sufficient evidence to determine the cause of this problem, since many nutrient deficiency and toxicity symptoms resemble each other.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, SF-39700 Parkano, Finland.

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

*Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).*

Nimi  
Name \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Osoite  
Address \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Metsäntutkimuslaitos  
Kirjasto/Library  
Unioninkatu 40 A  
SF-00170 Helsinki 17  
FINLAND





METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema  
*Parkano Research Station*  
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland  
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema  
*Muhos Research Station*  
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland  
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema  
*Suonenjoki Research Station*  
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland  
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoelasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koelasema  
*Ojajoki Experimental Station*  
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland  
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland  
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema  
*Rovaniemi Research Station*  
Os. — *Address:* Eteläranta 55  
96300 Rovaniemi 30, Finland  
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* PL 68  
80101 Joensuu 10, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema  
*Kannus Research Station*  
Os. — *Address:* Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoelasema  
*Ruotsinkylä Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland  
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 609 Lehto, Tarja: Kalkituksen vaikutus männyn mykorrhizoihin.  
The effects of liming on the mycorrhizae of Scots pine.
- No 610 Repo, Tapani, Mela, Martti & Valtanen, Jukka: Männynversosyöväälle alttiiden ja vastustuskykyisten taimialkuperien erottaminen neulasten ominaisimpedanssin mittauksella.  
Separation of susceptible and resistant provenances of Scots pine to *Gremmeniella abietina* by specific needle impedance.

1985

- No 611 Raitio, Hannu: Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen.  
Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open.
- No 612 Långström, Bo: Tukkimiehintäin aiheuttamat tuhot Suomessa vuosina 1970—1971. Yhteispohjoismaisen tutkimuksen Suomea koskevat tulokset.  
Damage caused by *Hylobius abietis* in Finland in the years 1970—1971. Results from the Finnish part of a joint Nordic study.
- No 613 Ferm, Ari & Markkola, Annamari: Hieskoivun lehtien, oksien ja silmujen ravinnepitoisuuksien kasvukautinen vaihtelu.  
Nutritional variation of leaves, twigs and buds in *Betula pubescens* stands during the growing season.
- No 614 Hytönen, Jyrki: Teollisuuslietteellä lannoitetun vesipajun lehdetön maanpäällinen biomassatuotos.  
Leafless above-ground biomass production of *Salix 'Aquatica'* fertilized with industrial sludge.
- No 615 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.  
Growth variation in the Forestry Board Districts of Keski-Suomi and Etelä-Pohjanmaa according to the 7th National Forest Inventory.
- No 616 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen, ilman lämpösunnan ja eräiden kasvualueiden ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turvemilla.  
Effect of fertilization, temperature sum and some peat properties on the height growth of young pine sapling stands on peatlands.
- No 617 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951—1983.  
Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951—1983.
- No 618 Lipas, Erkki: Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla.  
Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties.
- No 619 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia metsän tehoviljelykokeista turvemilla.  
Preliminary results from high efficiency forest regeneration experiments on peatlands.
- No 620 Metsätalastollinen vuosikirja 1984.  
Yearbook of Forest Statistics, 1984.
- No 621 Salo, Kauko: Luonnonmarjojen ja sienten poiminta Suomussalmella ja eräissä Pohjois-Karjalan kunnissa.  
Wild-berry and edible-mushroom picking in Suomussalmi and in some North Karelian communes, Eastern Finland.
- No 622 Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkien, lehtipuutukkien, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihoiden mittauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista.  
Skogsforskningsinstitutets beslut gällande enhetsvolymtal för användning vid mätning av barrtimmer, lövtimmer, tallstolpar och sliperstimmer.
- No 623 Härmäläinen, Jouko, Paavilainen, Eero, Salminen, Olli & Heinonen, Riitta: Tuloksia ojitettujen korpikuusi-koiden lannoituksesta.  
The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands.
- No 624 Hakkila, Pentti (toim.-ed.): Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti.  
The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project.
- No 625 Kaunisto, Seppo & Päivänen, Juhani: Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemilla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review.
- No 626 Repo, Seppo & Löyttyniemi, Kari: Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen.  
The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations.
- No 627 Rikala, Risto: Paakkutaimien kastelutarpeen määrittäminen haihdunnan perusteella.  
Estimating the water requirements of containerized seedlings on the basis of evapotranspiration.
- No 628 Saarsalmi, Anna, Palmgren, Kristina & Levula, Teuvo: Leppäviljelmän biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö.  
Biomass production and nutrient and water consumption in an *Alnus incana* plantation.
- No 629 Moilanen, Mikko: Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rämmeillä.  
Effect of thinning and fertilization on the growth of birch (*Betula pubescens*) on the drained mires with thin peatlayer.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoniesteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341

ISBN 951-40-0688-7  
ISSN 0015-5543