

# FOLIA FORESTALIA 607

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1984

---

---

KATRIINA JOKINEN

MÄNNYN TYVITERVASTAUDIN LEVIÄMINEN  
JA TORJUNTA HARMAAORVAKALLA  
(*PHLEBIOPSIS GIGANTEA*) MÄNNYN  
TAIMIKOIDEN HARVENNUKSESSA

THE SPREAD OF *HETEROBASIDION ANNOSUM*  
AND ITS CONTROL USING *PHLEBIOPSIS*  
*GIGANTEA* DURING THINNINGS IN THE YOUNG  
STANDS OF SCOTS PINE





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 Nyysönen
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-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

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 kansallisi- 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 607

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

Katriina Jokinen

## MÄNNYN TYVITERVASTAUDIN LEVIÄMINEN JA TORJUNTA HARMAAORVAKALLA (*PHLEBIOPSIS GIGANTEA*) MÄNNYN TAIMIKOIDEN HARVENNUKSESSA

The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine

Approved on 14.12.1984

### SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	4
21. Taimikot .....	4
22. Koealat .....	4
23. Näytteiden otto ja laboratoriomenetelmät .....	4
3. TULOKSET .....	5
31. Sienien tunnistamismenetelmien vertailu ja kantojen pituuden vaikutus .....	5
32. Juurikäävän ja harmaaorvakan määrä kannoissa .....	5
33. Kantokäsittelylaitteiden vertailu .....	7
4. TULOSEN TARKASTELU .....	7
5. TIIVISTELMÄ .....	9
KIRJALLISUUS .....	10
SUMMARY .....	12



JOKINEN, K. 1984. Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaorvakalla (*Phlebiopsis gigantea*) männyn taimikoiden harvennuksessa. Summary: The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine. Folia For. 607: 1—12.

Tutkimuksessa selvitettiin juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) aiheuttaman tyvitervastaudin ilmateitse tapahtuvan leviämisen määrää sekä torjuntamahdollisuuksia kolmessa 10—16 -vuotiaassa männyn taimikossa harvennuksen jälkeen. Taimikot sijaitsivat Kaakkois-Suomessa, missä tyvitervastautia esiintyy runsaasti. Torjuntakäsittelyt tehtiin männyn kannosta eristetyllä harvaaorvakalla (*Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül.) -kannalla. Sienen itiösuspensio levitettiin kantojen pinnoille harvennuksen yhteydessä raivaussahan kanto-käsittelylaitteella. Kahta laitetta kokeiltiin: Metsäntutkimuslaitoksessa kehiteltyä laitetta, sahana Kawasaki Kaaz 40 ja ENSO-laitetta, sahana Husqvarna 165 R. Harmaaorvakkakäsittelyn onnistuminen sekä juurikäävän saastuttamien kantojen määrä taimikoissa tutkittiin sahaamalla kannoista näytepaloja sekä nostamalla kantoja juurineen laboratoriotutkimuksiin. Harmaaorvakalla käsiteltyjä kantoja tutkittiin 2125 kpl, käsittelemättömiä kontrollikantoja 1375 kpl sekä 165 juuristoa, joista käsiteltyjä oli 85 ja käsittelemättömiä 80 kpl.

Tyvitervastauti levisi taimikoissa jo ensimmäisen harvennuksen seurauksena. Juurikääpä oli infektoinut kahden kuukauden kuluttua harvennuksesta 30 % käsittelemättömistä kannoista. Vuoden ikäisistä kannoista sitä löytyi enää 3 %. Myös käsittelemättömien kantojen juuristoista eristettiin juurikääpä. Harmaaorvakkakäsittely torjui lähes täysin juurikäävän ilmainfektion kantojen pinnoille. Taimikoissa esiintyi myös luontaisesti runsaasti harmaaorvakkaa, joka ei kuitenkaan pystynyt estämään juurikääpä saastuttamasta käsittelemättömiä kantoja eikä siis korvannut käsiteltyä. Molemmat kokeillut kanto-käsittelylaitteet osoittautuivat käyttökelpoisiksi harmaaorvakan itiösuspension levittämiseen.

The number of cases of air-borne infection by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and its possible control after thinnings was studied in three 10 to 16-year-old stands of Scots pine. The sapling stands were located in South-eastern Finland, where *H. annosum* occurs commonly. A strain of *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül., isolated from a pine stump, was used in the control treatments. A suspension of spores of the fungus was spread on the surfaces of the stumps during thinnings using a stump treating device fitted to a brush saw. Two devices were tested: a spraying device developed at the Finnish Forest Research Institute fitted to a Kawasaki Kaaz 40 brushsaw, and an ENSO device fitted to a Husqvarna 165 R brushsaw. The success of the *P. gigantea* treatment and the number of stumps in the stands infected by *H. annosum* were investigated by removing pieces of wood from the stumps, as well as transporting some stumps with accompanying roots, to the laboratory. 2125 stumps treated with *P. gigantea*, 1375 untreated stumps, and 165 root systems were examined.

*H. annosum* spread to the stands already as a result of the first thinning. The fungus had infected 30 % of the untreated stumps within two months. However, within one year the percentage of the infected stumps by *H. annosum* had decreased to 3 %. *H. annosum* was isolated from the root systems of the untreated stumps. Treatment with *P. gigantea* almost completely prevented air-borne infection of the surfaces of the stumps by *H. annosum*. A large number of cases of *P. gigantea* infection also occurred naturally in the stands. However, it was not able to prevent the infection of untreated stumps by *H. annosum*, nor thus to replace the stump treatment. Both of the stump treatment devices tested in this study proved to be suitable for spreading spore suspensions of *P. gigantea*.



# 1. JOHDANTO

Männyn tyvitervastautia esiintyy maasamme kaiken ikäisissä männiköissä (Laine 1976). Taudin aiheuttaa juurikäpää eli maanousemasieni (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Sieni jakaantuu Suomessa kahdeksi keskenään risteytymättömäksi ryhmäksi, joista toinen aiheuttaa tyvilahoa kuusella ja tappaa taimia tyvilahaisen kuusikon tilalle perustetuissa männyntaimikoissa. Toinen ryhmä on hyvin moni-isäntäinen ja aiheuttaa mm. tyvitervastaudin varttuneissa männiköissä (Korhonen 1978). Tyvitervastautia esiintyy runsaimmin Kaakkois-Suomessa, Saimaan ympäristökunnissa (Laine 1976).

Tyvitervastauti leviää juuriyhteyksien ja -kosketusten kautta saastuneista juurista terveisiin puihin (Rennerfelt 1952, Molin 1957). Juurikäpää leviää myös ilmateitse itiöittensä välityksellä tuoreisiin kantoihin hakkuiden jälkeen, minkä seurauksena metsikköön syntyy uusia tautipesäkkeitä (esim. Rishbeth 1951a, 1951b). Kannoissa juurikäävän rihmasto voi säilyä tartuntakykyisenä 30—40 vuotta (Holmsgaard ym. 1951, Low 1961). Eräässä tutkimuksessa jopa 62 vuotta vanhasta kannosta eristettiin elävää juurikäävän rihmastoa (Greig ja Pratt 1976). Juurilevinnan seurauksena tyvitervastaudin vaivaamiin metsiköihin syntyy aukkoja, jotka laajenevat jatkuvasti (Laine 1976). Seurauksena saattaa olla metsikön joutuminen vajaapuustoiseen tai jopa vajaatuottoiseen tilaan.

Juurikäävän juuristolevinnan rajoittaminen on vaikeaa. Lähinnä kysymykseen tulevat torjuntahakkuut, jolloin tautipesäkkeiden ympäriltä on hakattava pois myös terveen näköisiä puita (esim. Negrutski 1973). Sen sijaan on mahdollista rajoittaa juurikäävän ilmateitse tapahtuvaa leviämistä, ja estää näin uusien tautipesäkkeiden syntyminen. Kallio (1970) on todennut, että kuusikoissa juuri-

käävän leviäminen ilmateitse Suomessa on mahdollista koko sulan maan ajan. Sulan maan aikaisten hakkuiden rajoittaminen mahdollisimman vähiin vähentää ilmateitse tapahtuvaa leviämistä. Kesäaikaisissa hakkuissa syntyneet kannot voidaan välittömästi kaadon jälkeen suojata juurikäävän iskeytymistä vastaan joko erilaisilla kemikaaleilla tai juurikäävälle antagonistisilla sienillä (esim. Rishbeth 1959, Artman ym. 1969, Phillips ja Greig 1970, Kallio 1971a, Seaby 1973, Kallio ja Hallaksela 1978). Antagonistisista sienistä eniten on tutkittu harmaaorvakkaa, *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül., (esim. Rishbeth 1963, Boyce 1966, Greig 1976). Englannissa on vuodesta 1970 lähtien suositeltu virallisesti harmaaorvakan käyttöä juurikäävän torjuntaan männyllä (Anon. 1970, 1977).

Tyvitervastaudin leviämisbiologiasta johdettujen tyvitervastaudin aiheuttamat tuhot lisääntyvät jo ensimmäisten harvennushakkuiden jälkeen (Rishbeth 1957). Tästä syystä myös torjuntatoimenpiteet olisi liitettävä sulan maan aikana jo ensimmäisiin harvennushakkuihin, jos tyvitervastaudin leviämistä halutaan rajoittaa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää juurikäävän ilmateitse tapahtuvan leviämisen määrää männyn (*Pinus sylvestris* L.) taimikoissa harvennuksen jälkeen sekä testata harmaaorvakan tehokkuutta juurikäpää vastaan. Tutkittiin myös raivaussahan kantokäsittelylaitteiden soveltuvuutta harmaaorvakan itiöuspension levittämiseen.

Haluan kiittää Enso Gutzeit Oy:tä, jonka metsäryhmästä Imatralta useat henkilöt ovat ystävällisesti autanneet minua kokeiden toteuttamisessa. Lämpimät kiitokset myös niille työtovereilleni metsäpatologian tutkimussuunnalla, jotka ovat olleet mukana tutkimuksessa sen eri vaiheissa tai ovat neuvoillaan vaikuttaneet tutkimuksen valmistumiseen. Erityisesti haluaisin kiittää FK Kari Korhosta sekä kenttäestari Sauli Takalaa.



## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. Taimikot

Kenttäkokeet tehtiin kolmessa puolukkatyyppin männyn taimikossa, jotka sijaitsivat Mäntyharjulla, Puumalassa ja Ruokolahdella. Taimikot olivat luontaisesti syntyneitä. Niiden ikä vaihteli kokeita perustettaessa 10—16 vuoden välillä. Kaikissa taimikoissa oli juurikäävän tappamia männyn taimia. Taimikot rajoittuvat ainakin yhdeltä sivulta varttuneisiin metsiköihin, joissa myös todettiin tyvitervastaudin vaivaamia mäntyjä.

Puumalan taimikko oli puhdas männyn taimikko, jossa tehdyn inventoinnin mukaan oli taimia 9790 kpl/ha. Niiden tyviläpimitta ( $\bar{x}$ ) oli 32 mm ja pituus 272 cm. Mäntyharjulla oli 4066 männyn, 433 koivun ja 399 kuusen tainta hehtaarilla. Männyn taimien tyviläpimitta ( $\bar{x}$ ) oli 54 mm ja pituus 273 cm. Ruokolahden taimikossa oli vahva koivusekoitus: mäntyä 6919, koivua 5233 ja kuusta 299 kpl/ha. Männyn taimien tyviläpimitta ( $\bar{x}$ ) oli 42 mm ja pituus 252 cm.

### 22. Koealat

Taimikoihin perustettiin vuosina 1978—1979 viisi koetta, joista jokainen koostui useista koealoista. Osalla koealoista kantojen pinnat käsiteltiin harvaorvakan itiösuspensiolla. Osa jätettiin käsittelemättä kontroleiksi. Ruokolahden taimikkoon perustettiin kokeet (R 1) 15.—21.8.1978 ja (R 2) 23.—24.8.1979, Puumalan taimikkoon (P 1) 11.—12.9.1978 ja (P 2) 20.—21.9.1979 ja Mäntyharjulle (M 1) 13.—14.9.1979.

Käsitellyissä käytetty harmaaorvaka-kanta oli eristetty männyn kannosta syksyllä 1976. Suspensio valmistettiin huuhtelemalla petrimaljassa ( $\varnothing$  9 cm) 1 % mallasagarilla huoneenlämpötilassa kasvatetun, n. kolmen viikon ikäisen sieniviljelmän itiötuotanto viiteen litraan järvi- tai vesijohtovettä. Malja sisälsi n. 6—15 milj. harmaaorvakan leviämisyksikköä (itiöitä ja rihmaston osia).

Itiösuspensio levitettiin kantojen pinnoille raivaussahaan liitetyllä kantokäsittelylaitteella. Kahta laitetta kokeiltiin: Kawasaki Kaaz 40 -raivaussahaan liitettyä, metsäntutkimuslaitoksessa kehitettyä laitetta (ks. Laitinen ja Takalo 1978) sekä Husqvarna 165 R -sahaan kiinnitettyä ENSO -kantokäsittelylaitetta. Vuonna 1978 kantokäsittelyä tehtiin vain metsäntutkimuslaitoksen kantokäsittelylaitteella. Seuraavana kesänä Ruokolahdella ja Puumalassa olivat käytössä molemmat kantokäsittelylaitteet, Mäntyharjulla vain metsäntutkimuslaitoksen laite.

Harvennukset teki työhön koulutettu työntekijä käytännön olosuhteita vastaavalla tavalla. Kannot jätettiin kuitenkin n. 10 cm normaalia pidemmiksi. Koska normaalia pidemmät kannot saattoivat vaikuttaa tuloksiin, perustettiin kesällä 1981 Puumalan taimikkoon vielä yksi koe (P 3), jonka tarkoituksena oli selvittää kantojen pituuden vaikutusta. Koejäsenet olivat: 1) Kantokä-

sittely, kantojen pituus käytäntöä vastaava, 2) kantokäsittely, kantojen pituus sama kuin aikaisemmissakin kokeissa sekä 3) ja 4) kontrollit molemmille käsittelyille. Käsittely tehtiin ENSO-laitteella. Koe perustettiin 17.9.1981.

### 23. Näytteiden otto ja laboratoriomenetelmät

Näytteitä otettiin kahden kuukauden sekä vuoden kuluttua kantojen käsittelystä. Näytekannot valittiin eri puolilta koealoja silmämääräisesti kaikista läpimittaluokista. Todennäköisesti vain ne ilmaitse saastuneet männyn kannot, joissa juurikäävän rihmasto onnistuu kasvamaan juuristoon saakka, voivat levittää tyvitervastautia terveisiin taimiin. Tästä syystä kokeissa R 1 ja P 1 tutkittiin kantoja vielä kahden vuoden kuluttua harvennuksesta ja kokeista P 1 ja M 1 nostettiin kantoja juurineen laboratoriotutkimuksiin. Näytekantojen määrät kokeissa olivat: Koe R 1 670 kpl, P 1 840 kpl, R 2 680 kpl, P 2 765 kpl ja M 1 425 kpl. Kokeesta P 3 tutkittiin 120 kantoa vuoden kuluttua käsittelystä. Kaikkiaan laboratoriossa tutkittiin 2125 harvaorvakalla käsiteltyä kantoa, 1375 kontrollikantoa sekä 165 juuristoa. Juuristoista käsiteltyjä oli 85 kpl ja käsittelemättömiä 80 kpl.

Näytettä otettaessa kannon pinnasta sahattiin ensin pois 3—4 cm:n pala. Tämän jälkeen otettiin n. 10 cm:n pituinen näytepala, mikä suljettiin maastossa välittömästi muovipussiin. Näytepalojen keskimääräiset läpimitat palan yläpäästä olivat seuraavat: Koe R 1 33,7, R 2 34,2, P 1 27,9, P 2 32,9 ja M 1 34,1 mm.

Juurikäävän ja harmaaorvakan tunnistaminen näytepaloista perustui osittain puhdasviljelmien eristämiseen ja osittain stereomikroskopointiin. Stereomikroskopointia varten näytepaloja säilytettiin muovipusseissa huoneenlämpötilassa n. pari viikkoa. Tämän jälkeen paloista tutkittiin stereomikroskoopilla juurikäävän sekä harmaaorvakan esiintyminen (esim. Rishbeth 1950). Näytteenottomenetelmästä johtuen oli mahdollista, että mainitut sienet olivat infektoineet näytepaloja vasta sahausken yhteydessä. Tästä syystä stereomikroskooppi-määrityksissä näytettä ei merkitty juurikäävän saastuttamaksi, mikäli sahauspinnoilla oli vain siellä täällä muutamia yksittäisiä juurikäävän kuromankanttia. Vuoden kuluttua otetuissa näytepaloissa sieni oli tunnistettava palan sekä ylä- että alapinnalta.

Eristykset tehtiin ottamalla näytteen sisäosista steriilisti kuusi eristyspalasta 1 % mallasagarille petrimaljoihin. Juurikäävän ja harmaaorvakan rihmastot, tunnistettiin rihmastojen morfologisten ominaisuuksien perusteella (esim. Nobles 1948). Stereomikroskopoinnin yhteydessä tehtiin lisäksi eristyskiä ja mikroskooppipreparaatteja näytteistä, joiden kohdalla stereomikroskoopimääritys tuntui epävarmalta. Juuret tutkittiin teke-mällä puhdasviljelmiä. Eristyspaloja otettiin sekä juureniskasta että juurista.

### 3. TULOKSET

#### 31. Sienien tunnistamismenetelmien vertailu ja kantojen pituuden vaikutus

Juurikäätä valtasii saastuttamansa kannot vuodessa niin tehokkaasti, että näytteenoton aikana infektoituneet palat oli helppo tunnistaa. Sen sijaan kahden kuukauden kuluttua harvennuksista otettujen näytepalojen kohdalla pelkkä stereomikroskooppimääritys tuntui melko epäluotettavalta. Harmaaorvakka kasvoi kannoissa hyvin nopeasti, koska jo ensimmäisissä kantonäytteissä oli selviä värinmuutoksia ja alkavaa lahoamista. Vuoden vanhat kannot olivat jo selvästi lahoja.

Käytettyjen tunnistamismenetelmien vertaamiseksi keskenään tunnistettiin juurikäätä kokeen R 2 kontrollikoealoilta kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen otetuista näytteistä sekä stereomikroskoopilla että eristämällä puhdasviljelmii. Edellisellä menetelmällä juurikäätä löytyi 27,2 %:sta ja jälkimmäisellä 36,4 %:sta näytteitä. Ero oli tilastollisesti merkitsevä (p 0,05, kahden otoksen suhteelliset osuuden testi, Vasama ja Vartia 1980). Vastaavanlainen vertailu tehtiin harmaaorvakan tunnistamisen suhteen. Harmaaorvakka löytyi vuosi käsittelyn jälkeen stereomikroskopoinnin mukaan 67,0 %:sta näytteitä, puhdasviljelmien perusteella 78,2 %:sta. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (p 0,001).

Kantojen pituuden vaikutusta selvittävässä kokeessa (P 3) kantojen keskimääräinen pituus oli käytännön vastaavilla koealoilla 30,6 cm ja koealoilla, joilla kannot jätettiin samanpituisiksi kuin aikaisemmin perustetuissa kokeissa 44,6 cm. Puumalan taimikon muissa kokeissa (P 1 ja P 2) kantojen pituus oli ennen näytepalojen sahaamista 41,6 cm.

Pitkät kannot (n. 40 cm) infektoituivat vuoden aikana sekä juurikäävällä että luontaisesti harmaaorvakalla helpommin kuin normaalimittaisiksi jätetyt kannot (taulukko 1). Koska kuitenkin myös käsittely onnistui pitkissä kannoissa jonkin verran paremmin kuin normaalimittaisissa kannoissa, voidaan olettaa, että kantojen pituus lisäsi sienien kokonaisuäärää, mutta ei vaikuttanut sienien suhteisiin.

Käsittely ei tässä kokeessa kokonaan estänyt juurikäävän leviämistä kantoihin (taulukko 1). Kaikki todetut juurikääpätaukset sekä käsitellyillä koealoilla että kontrollissa olivat koealoilla, joilla kannot oli jätetty normaalia pidemmiksi.

#### 32. Juurikäävän ja harmaaorvakan määrä kannoissa

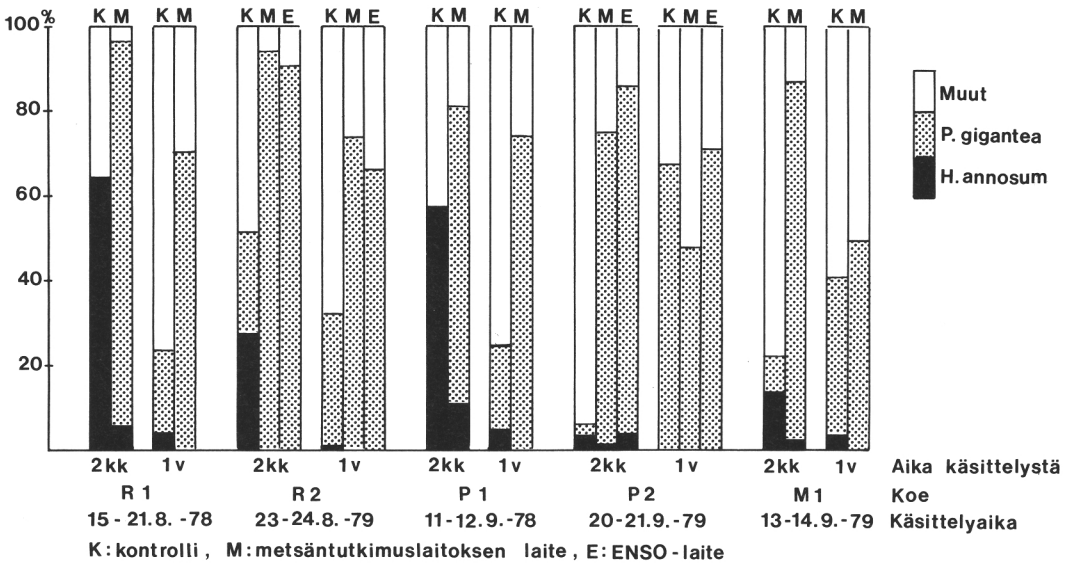
Juurikäävän saastuttamien kantojen määrä vaihteli kokeiden kontrollikoealoilla kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen 3,3—64,4 %:iin (kuva 1). Vuodessa kokeiden väliset erot tasoittuivat, ja juurikäävän infektoimien kantojen määrä väheni huomattavasti. Vuosi harvennuksen jälkeen juurikääpä löytyi enää 0,0—5,0 %:sta kontrollikantoja. Keskimäärin juurikäätä oli saastuttanut kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen 30 % kannoista ja vuoden ikäisistä kannoista 3 %. Kaksi vuotta vanhoista kannoista juurikääpä ei enää todettu yhdestäkään kannosta. Kokeen P 1 kontrollikannoista kaksi vuotta harvennuksen jälkeen otetuista juuristoista eristettiin kuitenkin juurikääpä 2,9 %:sta juuristoja. Kokeen M 1 juuristoista juurikääpä ei eristetty.

Taulukko 1. Harmaaorvakan ja juurikäävän saastuttamien kantojen määrä kannonpituuskokeessa.

Table 1. The number of stumps infected by *Phlebiopsis gigantea* and *Heterobasidion annosum* in the stump height experiment.

Käsittely	Kannon pituus	Harmaaorvakka, % <i>P. gigantea</i>	Juurikääpä, % <i>H. annosum</i>
Treatment	Stump height		
<i>P. gigantea</i>	Normal stumps	86,7	0,0
	Tall stumps	93,3	3,3
	$\bar{x}$	90,0	1,7
Kontrolli	Normal stumps	60,0	0,0
	Tall stumps	76,7	6,7
	$\bar{x}$	68,4	3,4





Kuva 1. Juurikäävän ja harmaaorvakan määrä kokeissa.

Fig. 1. The number of stumps infected by *Phlebiopsis gigantea* and *Heterobasidion annosum* in the experiments.

K = Control, M = A stump-spraying device developed at the Finnish Forest Research Institute, E = ENSO device, Aika käsittelystä = Time elapsed from treatment, 2 kk = two months, 1 v = a year, Koe = An experiment, Käsittelyaika = Periods of treatment, Muut = Others

Osa kontrollikoealojen kannoista infektoitui luontaisesti harmaaorvakalla. Ko. sieni oli infektoinut käsittelemättömistä kannoista kahden kuukauden kuluttua harvennuksesta 0,0—22,6 % ja vuoden kuluttua 19,0—67,9 % (kuva 1). Keskimäärin harmaaorvakka oli saastuttanut kahden kuukauden ikäisistä kontrollikannoista 6,5 % ja vuoden ikäisistä 34 %. Juurikäävän saastuttamia kantoja oli vähän tai ei ollenkaan niissä kokeissa, joissa harmaaorvakka oli luontaisesti infektoinut runsaasti kantoja. Kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen juurikääpä oli saastuttanut kantoja kontrollikoealoilla kaikissa kokeissa enemmän kuin harmaaorvakka. Vuoden kuluttua harmaaorvakan luontaisesti infektoimia kantoja oli enemmän kuin juurikäävän saastuttamia kantoja (kuva 1).

Harmaaorvakan infektoimiksi todettujen kantojen määrä vaihteli kokeissa metsäntutkimuslaitoksen laitteella käsitellyillä koealoilla kokeen R 2 94,1 %:sta kokeen P 2 69,5 %:iin ja vuoden kuluttua käsittelystä kokeen R 2 73,6 %:sta kokeen P 2 47,6 %:iin (kuva 1). ENSO-laitteella käsitellyillä koealoilla vastaavat luvut olivat kahden kuukauden kuluttua käsittelystä 90,5 % (R 2) ja

81,5 % (P 2) ja vuoden kuluttua 70,5 % (P 2) ja 66,4 % (R 2). Kaikkien käsiteltyjen koealojen keskiarvo oli kaksi kuukautta käsittelyn jälkeen 83,3 % ja vuoden kuluttua käsittelystä 64,4 %. Kaksi vuotta vanhoista kannoista harmaaorvakka löytyi enää hieman alle 40 %:sta kantoja. Harmaaorvakan infektoimia kantoja oli kokeissa käsitellyillä koealoilla kaksi kuukautta käsittelyn jälkeen keskimäärin 76,6 % enemmän kuin luontaisesti ko. sienellä. infektoituneita kantoja kontrollikoealoilla. Vuosi käsittelyn jälkeen vastaava luku oli 30 %. Harmaaorvakkä-sittely onnistui elokuussa käsitellyissä kokeissa (R 1, R 2) jonkin verran paremmin kuin syyskuussa käsitellyissä kokeissa (P 1, P 2, M 1) (kuva 1). Harmaaorvakka eristettiin käsiteltyjen koealojen juuristonäytteistä kokeessa P 1 yhdestä juuristosta juurenniskan korkeudelta ja kokeessa M 1 5 %:sta näytteitä (aina juurenniskasta).

Käsitellyillä koealoilla oli kaksi kuukautta käsittelyn jälkeen juurikäävän saastuttamia kantoja. Määrä vaihteli 0,0—11,0 %:iin. Vuosi käsittelyn jälkeen juurikääpä ei kuitenkaan enää todettu kokeiden R 1, R 2, P 1, P 2 ja M 1 käsitellyillä koealoilla (kuva 1). Juurikääpä ei myöskään eristetty käsiteltyis-

tä kannoista kahden vuoden kuluttua tutkituista juuristonäytteistä.

Kokeen P 1 sekä käsiteltyjen — että kontrollikantojen juuristoista eristettiin eniten *Trichoderma viride* Pers. ex Gray -sientä. Yleisin mikrobi kokeessa M 1 tehdyissä eristyksissä oli *Leptographium lundbergii* Lagerb. & Melin. Runsaina esiintyivät myös bakteerit sekä *Trichoderma viride*.

### 33. Kantokäsittelylaitteiden vertailu

Kantokäsittelylaitetta voidaan käyttää harmaaorvakan itiösuspension levittämiseen, vain mikäli sienien itiöt säilyvät itämiskykyisinä käsittelyn aikana. Tässä tutkimuksessa käytettyjen kantokäsittelylaitteiden käyttökelpoisuutta arvioitiin vain siltä osin, miten hyvin ne soveltuivat harmaaorvakan levittämiseen.

Kokeiltujen kantokäsittelylaitteiden toimintaperiaatteet poikkeavat toisistaan, mm. sikäli että ENSO-laite levittää itiösuspension sahauksen kanssa samanaikaisesti. Metsäntutkimuslaitoksen laitetta käytettäessä sahausliikettä on jatkettava, sillä terä täytyy kuljettaa kannon yli käsittelyaineen levittä-

miseksi. Laitteen hyvänä puolena on, että itiösuspensiosuihku voidaan kohdistaa kanton suoraan alaspäin. Toisaalta huolimattomassa työskentelyssä kantoja jää helposti kokonaan käsittelemättä. ENSO-laitteella kaikki kannot tulevat käsitellyiksi, mutta epäiltiin, että itiösuspensio raivaussahan terälle joutuessaan kuumenee, niin että harmaaorvakan itiöt menettävät itämiskykynsä.

Harmaaorvakka oli infektoinut kokeissa R 2 ja P 2 kahden kuukauden ikäisistä kannoista ENSO-laitteella käsitellyillä koelaloilla keskimäärin 86,0 % (n = 300) ja metsäntutkimuslaitoksen laitteella käsitellyillä koelaloilla 82,3 % (n = 300). Vuoden kuluttua vastaavat luvut olivat 68,5 % (n = 105) ja 62,7 % (n = 105). Kahden kuukauden kuluttua käsittelystä ENSO-laite oli jonkin verran parempi kuin metsäntutkimuslaitoksen laite (p 0,05, kahden otoksen suhteellisen osuuden testi). Vuoden päästä eroa ei enää ollut.

Kokeessa P 2 oli ENSO-laitteella käsitellyillä koelaloilla 4 % kannoista saastunut juurikäävällä kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen ja 1,3 % metsäntutkimuslaitoksen laitteella käsitellyistä kannoista. Vuoden ikäisistä kannoista juurikääpä ei kuitenkaan enää todettu kummallakaan laitteella käsitellyillä koelaloilla (kuva 1).

## 4. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksessa juurikääpä ja harmaaorvakka tunnistettiin käyttämällä kahta eri menetelmää: kantonäytteiden mikroskopointia suoraan, ja puhdasviljelmien eristämistä. Menetelmien todettiin vaikuttaneen näiden sienien infektoimiksi todettujen kantojen määriin. Vuosi harvennuksen jälkeen otettujen näytteiden kohdalla määrittäminen stereomikroskoopilla oli varmempaa kuin kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen otettujen näytteiden kohdalla, sillä sekä juurikääpä että harmaaorvakka pystyi infektoimaan kannot vuodessa niin voimakkaasti, että näytteen oton aikana saastuneet palat oli helppo tunnistaa. Harvaaorvakka osoittautui tässäkin tutkimuksessa hyvin nopeaksi lahottajaksi, sillä jo kaksi kuukautta vanhoissa kannoissa

näkyi selviä värinmuutoksia ja alkavaa lahoamista (esim. Rishbeth 1951). Stereomikroskooppimäärittäyksissä epävarminta oli juurikäävän määrittäminen kaksi kuukautta vanhoista kannoista.

Sekä juurikääpä että harmaaorvakka pystyttiin tunnistamaan kantonäytteistä luotettavammin puhdasviljelmiä eristämällä kuin stereomikroskoopin avulla. Tulosten luotettavuus olisi ilmeisesti lisääntynyt, mikäli olisi ollut mahdollista tutkia kaikki näytteet stereomikroskoopilla ja tehdä kaikista näytteistä myös eristyskiä. Tutkimuksessa pystyttiin kuitenkin aineiston laajuudesta johtuen ilmeisesti melko luotettavasti selvittämään sekä juurikäävän että harmaaorvakan määrää kokeissa.



Juurikäävän saastuttamien kantojen määrässä oli huomattavaa vaihtelua sekä eri aikoina perustettujen kokeiden että eri taimikoiden välillä. Erot olivat kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen suurempia kuin vuoden kuluttua harvennuksesta. Ensimmäisten näytteiden osalta tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska sienien kasvukausi kannoissa jäi syyskuussa perustetuissa kokeissa lyhyemmäksi kuin elokuussa perustetuissa kokeissa. Harvennusajankohdan sääolosuhteet mm. ilman kosteus ja lämpötila vaikuttavat juurikäävän ilmassa olevien itiöiden määrään ja selittävät osittain välittömästi harvennuksen jälkeen esiintyvää vaihtelua (vrt. esim. Rishbeth 1951, Kallio 1970). Kallion mukaan juurikäävän itiöt leviävät Suomessa huhtikuusta marraskuuhun lämpötilan ollessa 0 °C:en yläpuolella. Maksimi on kesällä ja syyskesällä. Kallio teki tutkimuksensa kuusikoissa, mutta sama pätee myös männikoissä.

Juurikäävän saastuttamia kantoja oli taimikoissa kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen keskimäärin 30 %. Vuoden päästä niitä löytyi enää 3 %. Tulos on samansuuntainen kuin Rishbeth'in (1963) tutkimuksissa Englannissa. Juurikäpä oli infektoinut hänen aineistossaan puolen vuoden sisällä hakkuusta runsaasti kantoja (52 %), mutta kymmenen kuukautta hakkuun jälkeen hän ei kuitenkaan enää löytänyt kannoista juurikäpä. Ristiriitaiselta tuntuva tulosta selittänee mikrobien välinen kilpailu: Männyn kantoihin leviää luontaisesti hakkuun jälkeen ilmaitse runsaasti erilaisia mikrobeja (esim. Meredith 1959, Petäistö 1978). Voidaan olettaa, että lajit, jotka ovat sopeutuneet paremmin kuin juurikäpä kuivuvien kantojen ekologisiin olosuhteisiin, ovat päässeet mikrobien välisessä kilpailussa voitolle ja vallanneet kasvutilaa juurikäävältä. Kallio (1965) ja Petäistö (1978) ovat tutkineet aikaisemmin juurikäävän ilmaitse tapahtuvaa leviämistä varttuneissa männyn kannoissa Suomessa. Kallion aineistossa juurikäpä ei esiintynyt. Petäistö eristi juurikäpä runsaan vuoden kuluttua hakkuusta 8 %:sta tutkittuja kantoja. Kallio teki tutkimuksensa Hyvinkään mlk:ssa ja Lopella, missä tyvitervastautia esiintyy vain vähän, Petäistö taas Suomenniemellä ja Savitaipaleella, missä tyvitervastautia esiintyy runsaasti (Laine 1964, 1976).

Juurikäpä eristettiin Puumalan taimikossa 2,9 %:sta tutkittuja juuristoja. Vaikka koe-

alat perustettiin terveiltä näyttäviin osiin taimikkoa, on mahdollista, että osa juuristoista oli infektoitunut juurten kautta, eikä ilmaitse tulleesta infektiosta. Mäntyharjun kokeesta juuristoja tutkittiin ilmeisesti liian vähän (25 kpl). Näistä juuristoista juurikäpä ei eristetty. Teoriassa Puumalan taimikossa saatu tulos merkitsee, että esim. taimikossa, mistä poistetaan 1000 männyn tainta/ha, voisi harvennuksen seurauksena syntyä 29 uutta tyvitervastautipesäkettä hehtaarille.

Juurista eristetyistä muista mikrobeista tunnistettiin vain joitakin yleisinä esiintyneitä lajeja. Sienistä eristettiin runsaasti *Trichoderma viride* — ja *Leptographium lundbergii* -sieniä. Molempia mainittuja lajeja esiintyi runsaasti myös Petäistön (1978) kantoaineistossa. Sekä molempien mainittujen sienien että joidenkin bakteerien on todettu olevan antagonistisia juurikäävälle (Rishbeth 1963, Hallaksela 1977, 1984). Mikrobien välistä kilpailua esiintyy myös juuristo-olosuhteissa. Antagonistisista sienistä johtuen kaikki juuristoon saakka kasvaneet juurikäävän rihmastot eivät todennäköisesti levitä tyvitervastautia terveisiin taimiin (vrt. Rishbeth 1951a). Harmaaorvakkaa eristettiin jonkin verran juurenniskan korkeudelta, mutta ei lainkaan juurista Rishbeth'in (1963) mukaan harmaaorvakka kuitenkin pystyy syrjäyttämään juurikäävän myös saastuneissa juurissa.

Kaikissa kokeissa harmaaorvakka infektoi myös luontaisesti kantojen pintoja. Ensimmäiset harmaaorvakan itiömät löydettiin kannoista vuoden kuluttua käsittelystä, minkä jälkeen osa luontaisesta harmaaorvakainfektiosta saattoi olla peräisin käsitellyistä kannoista. Vielä kolmen vuoden vanhoista kannoista löydettiin harmaaorvakan itiöemiä. Harmaaorvakan yleisyys luonnossa on todettu myös muissa tutkimuksissa. Petäistö (1978) totesi harmaaorvakan infektoineen runsaan vuoden sisällä hakkuusta n. 83 % varttuneiden mäntyjen kannoista Savitaipaleella ja Suomenniemellä. Tässä tutkimuksessa ko. sieni oli luontaisesti infektoinut enemmän vuoden vanhoja kantoja kuin kahden kuukauden ikäisiä kantoja. Samansuuntaisia tuloksia ovat esittäneet Suomessa Kallio (1965), Ruotsissa Käärrik ja Rennerfelt (1958) sekä Englannissa Rishbeth (1963). Kallion kokeissa harmaaorvakka oli infektoinut varttuneiden mäntyjen kannoista vuoden kuluttua kaatamisesta 44 % ja kahden vuoden ku-

luessa 76 %. Käärrik ja Rennerfelt löysivät sienen itiömiä ja 92 %:sta vuoden ikäisiä kantoja ja kaikista kahden vuoden ikäisistä kannoista. Tässä tutkimuksessa harmaaorvaka oli luontaisesti infektoinut kahden kuukauden ikäisistä männyn taimien kannoista 6,5 % ja vuoden vanhoista kannoista 34 %.

Harmaaorvaka oli infektoinut käsitellyillä koealoilla kaksi kuukautta käsittelyn jälkeen kannoista keskimäärin 83 % ja 64 % vuoden ikäisistä kannoista. Tässä tutkimuksessa harmaaorvakkaa oli yhtä koetta lukuunottamatta kaksi kuukautta vanhoissa kannoissa enemmän kuin vuoden ikäisissä kannoissa. Tulos poikkeaa Rishbeth'in (1963) esittämistä tuloksista sikäli, että Rishbeth'in kokeissa harmaaorvakan infektoimien kantojen määrä lisääntyi, mitä enemmän kantojen käsittelystä oli kulunut aikaa. Rishbeth'in tutkimuksissa harmaaorvaka valtasi joulukuussa tehdyn käsittelyn jälkeen puolessa vuodessa 66 % ja kymmenessä kuukaudessa 88 % käsitellyistä kannoista. Kun käsittely tehtiin kesäkuussa oli kolmen kuukauden ikäisistä kannoista 92 % ja vuoden ikäisistä kannoista 99 % infektoitunut harmaaorvakalla. Ristiriitaisuutta selittänee varsinkin mikrobien välinen kilpailu, mutta myös erilaiset sääolosuhteet sekä käytetyt harmaaorvakan levitys- ja tunnistamismenetelmät.

Harmaaorvakkakäsittely ei ollut täysin torjunut juurikäpääninfektiota kannoissa kah-

den kuukauden sisällä käsittelystä. Osassa kantoja juurikäpää kasvoi yhdessä harmaaorvakan kanssa. Vuoden ikäisistä kannoista juurikäpää ei kuitenkaan enää todettu. Tulos on samansuuntainen Rishbeth'in (1963) esittämien tulosten kanssa. Rishbeth kuitenkin saastutti kannot keinotekoisesti juurikäävällä samanaikaisesti harmaaorvakkakäsittelyn kanssa. Rishbeth'in kokeissa harmaaorvaka pystyi syrjäyttämään juurikäävän täysin kannoista kymmenessä kuukaudessa joulukuussa suoritetun käsittelyn jälkeen ja jo kolmessa kuukaudessa kesäkuussa tehdyn käsittelyn jälkeen. Suomessa Kallion (1970) tutkimuksissa juurikäpää ei saastuttanut kuusen kantoja, jotka oli sivelty välittömästi kaadon jälkeen harmaaorvakan itiösuspensiolla. Myös Kallion ja Hallakselan (1978) tutkimuksessa on todettu harmaaorvakan tehokkuus juurikäpää vastaan kuusen kannoissa.

Kumpikin kokeiltu kantokäsittelylaite osoittautui sopivaksi harmaaorvakan levittämiseen kantojen pinnoille. Tulokset olisivat todennäköisesti vielä parantuneet, jos itiösuspensioon olisi lisätty väriainetta. Nyt varsinkin metsäntutkimuslaitoksen laitetta käytettäessä kantoja jäi todennäköisesti jonkin verran käsittelemättä. Englannissa väriaineena käytetään heksakolviolettia, jota lisätään 5 g viiteen litraan vettä (Webb 1973, Greig 1974).

## 5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) aiheuttaman tyvitervastaudin ilmaitse tapahtuvan leviämisen määrää sekä torjuntamahdollisuuksia kolmessa 10—16 -vuotiaassa männyn taimikossa harvennuksen jälkeen. Taimikot sijaitsivat Ruokolahdella, Puumalassa ja Mäntyharjulla. Taimikoihin perustettiin viisi koetta elo—syyskuussa 1978—1979. Torjuntakäsittelyissä käytettiin männyn kannosta eristettyä harmaaorvakkaa (*Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül.) -kantaa. Sienen itiösuspensio levitettiin kantojen pinnoille harvennuksen yhteydessä raivaussahan kantokäsittelylait-

teesta. Tutkimuksessa testattiin kahden kantokäsittelylaitteen soveltuvuus harmaaorvakan itiösuspension levittämiseen. Laitteet olivat metsäntutkimuslaitoksessa kehitelty kantokäsittelylaite liitettynä Kawasaki Kaaz 40 -raivaussahaan sekä ENSO-laite kiinnitetynä Husqvarna 165 R -sahaan.

Harmaaorvakkakäsittelyn onnistuminen sekä juurikäävän saastuttamien kantojen määrä taimikoissa tutkittiin sahaamalla kannoista näytepaloja sekä nostamalla kantoja juurineen laboratoriotutkimuksiin. Kaikista taimikoista sahattiin näytepaloja kahden kuukauden sekä vuoden kuluttua kantojen



käsittelystä. Ruokolahden ja Puumalan taimikoista otettiin näytteitä vielä kaksi vuotta harvennuksen jälkeen. Näytepalat tutkittiin laboratoriossa stereomikroskoopilla ja niistä eristettiin puhdasviljelmää. Harmaaorvakalla käsitellyjä kantoja tutkittiin 2125 kpl, käsittelemättömiä kontrollikantoja 1375 kpl sekä 165 juuristoa. Juuristoista oli 85 käsitellyjä kantoja ja 80 kontrollikantoja. Taimikkojen harvennukset tehtiin normaalilla tavalla. Kannot jätettiin kuitenkin tavanomaista pidemmiksi. Pitkien kantojen vaikutusta tutkittiin erillisellä kokeella Puumalan taimikossa.

Juurikäävän ilmateitse saastuttamien kantojen määrässä oli kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen huomattavia eroja sekä taimikoiden että myös saman taimikon eri aikaan harvennettujen osien välillä. Keskimäärin juurikääpä oli saastuttanut kaksi kuukautta harvennuksen jälkeen 30 % männyn taimien kannoista. Vuoden ikäisistä kannoista juurikääpä löytyi 3 %:sta kantoja. Kahden vuoden ikäisistä kannoista juurikääpä ei todettu. Kaksi vuotta vanhojen kantojen juurista juurikääpää kuitenkin eristettiin, joten tyvitervastauti levisi taimikoissa ilmateitse jo ensimmäisen harvennuksen seurauksena.

Harmaaorvakka pystyi torjumaan vuoden sisällä harvennukselta juurikäävän leviämisen ilmateitse kantoihin täysin viidessä kokeessa. Kantojen pituuden vaikutusta selvittävässä kokeessa juurikääpä oli kuitenkin saastuttanut vielä vuoden kuluttua käsittelystä 1,7 % kannoista. Sekä ENSO-laite että metsäntutkimuslaitoksen kantokäsittelylaite

soveltuivat harmaaorvakan itiösuspension levittämiseen.

Harmaaorvakka infektoi myös luontaisesti kantoja kaikissa taimikoissa. Harmaaorvakkaa oli käsitellyillä koaloilla kahden kuukauden kuluttua harvennukselta n. 77 % ja vuoden kuluttua 30 % enemmän kuin harmaaorvakan luontaisesti infektoimia kantoja kontrollikoaloilla. Luontaisesti levinnyt harmaaorvakka ei pystynyt estämään juurikääpä saastuttamasta käsittelemättömiä kantoja. Luontaisesti levinnyt kanta siis täydensi, mutta ei olisi pystynyt korvaamaan käsitellyjä.

Tutkimuksen mukaan tyvitervastauti leviää maassamme ilmateitse jossain määrin jo taimikoiden harvennuksen seurauksena ainakin Kaakkois-Suomessa, missä tyvitervastautia esiintyy yleisesti kaiken ikäisissä männiköissä. Tällä alueella tyvitervastaudin leviämistä voidaan rajoittaa vain, jos myös torjuntatoimenpiteet aloitetaan jo tässä vaiheessa. Käsittelemällä kannot harvennuksen yhteydessä harmaaorvakan itiösuspensiolla voidaan torjua juurikäävän ilmainfektio männyn kantoihin. Kannot tulisi harvennettaessa jättää mahdollisimman lyhyiksi. Sienisuspensio voidaan levittää kantojen pinnoille molemmilla tässä tutkimuksessa testatulla tai mahdollisesti myös muilla vastaavilla kantokäsittelylaitteilla, jolloin levityskustannukset jäänevät melko pieniksi. Harmaaorvakkaa ei kuitenkaan ole tällä hetkellä rekisteröity torjunta-aineeksi maassamme.

## KIRJALLISUUS

- Artman, J., Frazier, D.H. & Morris, C.L. 1969. *Fomes annosus* and chemical stump treatment in Virginia — a three-year study. Pl. Dis. Rep. 53: 108—110.
- Boyce, J.S. 1966. Sporulation by *Peniophora gigantea* with reference to control of *Annosus* root rot. For. Sci. 12: 2—7.
- *Fomes annosus* a fungus causing butt rot, root and death of conifers. 1970. For. Comm. Leaflet 5. 11 p.
- Greig, B.J.W. 1976. Biological control of *Fomes annosus* by *Peniophora gigantea*. Eur. J. For. Path. 6: 65—71.
- & Pratt, J.E. 1976. Some observations of the longevity of *Fomes annosus* in conifer stumps. Eur. J. For. Path. 6: 81—110.
- Hallaksela, A.-M. 1977. Kuusenkantojen mikrobilajisto. Summary: Microbial flora isolated from Norway spruce stumps. Acta For. Fenn. 158: 1—50.
- 1984. Bacteria and their effect of the microflora in wounds of living Norway spruce (*Picea abies*). Seloste: Bakteerit ja niiden vaikutus elävien kuusien vaurioiden mikrobilajistoon. Commun. Inst. For. Fenn. 121: 1—25.
- & Nevalainen, S. 1981. Juurikääväntorjunta urealla kuusen kannoissa. Summary: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea. Folia For. 470: 1—10.
- Holmsgaard, E., Holstener, H. & Yde-Andersen, A. 1961. Bodenbildung, Zuwachs und Gesundheitszustand von Fichtenbeständen und der erster und Zweiter Generation I. Nord-Seeland. Det forstlige Forsöksvaesen i Danmark. 27: 1—167.
- Kallio, T. 1965. Tutkimuksia maanousemasiienen leviämisbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. Summary: Studies on the biology of distribu-

- tion and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. Acta For. Fenn. 78: 1—18.
- 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. Acta For. Fenn. 107: 1—55.
- 1971a. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhibiting fungi. Seloste: Kuusen kantojen maanousemasieni-infektion estäminen muutamia puussa kasvavia sieninä käyttäen. Acta For. Fenn. 117: 1—20.
- 1971b. Aerial distribution of some wood-inhibiting fungi in Finland. Seloste: Eräiden kuusen puuainekassa kasvavien sienien Suomessa ilmateitse tapahtuva leviäminen. Acta For. Fenn. 115:1—17.
- & Hallaksela, A.-M. 1979. Biological control of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (*Fomes annosus*) in Finland. Eur. J. For. Path. 5: 298—308.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Seloste: Juurikäävän risteytymissuhteet. Commun. Inst. For. Fenn. 94(6): 1—22.
- Käärik, A. & Rennerfelt, E. 1958. Investigations on the fungal flora of spruce and pine stumps. Sammanfattning: Undersökningar över svampfloran på gran och tallstubbar. Medd. Stat. Skogsforsk, Instit. 47(7): 1—88.
- Laine, L. 1964. Maanousemasiemen aiheuttamista tuhoista Saimaan ympäristön männiköissä. Metsät. Aikausl. 81: 284—287.
- 1976. The occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. in woody plants in Finland. Seloste: Juurikäävän *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) esiintyminen puuvartisilla kasveilla Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 90(1): 1—52.
- Laitinen, J. & Takalo, S. 1978. Kantokäsittelylaittein varustettujen sahojen vertailu. Summary: Comparison of clearing saw equipped with stump spraying devices. Folia For. 340: 1—16.
- Low, J.D. 1961. *Fomes annosus* causing butt-rot and killing of conifers in England and Wales. A note for private estates on the need for protection. Quarterly Journal of Forestry 55.2: 167—170.
- Meredith, D.S. 1959. The infection of pine stumps by *Fomes annosus* and other fungi. Ann. Bot. (London) N.S. 23: 455—476.
- Molin, N. 1957. Om *Fomes annosus* spridningsbiologi. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 47.3: 1—36.
- Negrutski, S.F. 1973. Kornevaja gubka. Moskova.
- Petäistö, R.-L. 1978. *Phlebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa. Summary: *Phlebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale. Folia For. 373: 1—9.
- Phillips, D.H. & Greig, B.J.W. 1970. Some chemicals to prevent stump colonization by *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Ann. Appl. Bot. 66: 441—452.
- Rennerfelt, E. 1952. Om angrepp av rottröta på tall. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 4.9: 1—49.
- Rishbeth, J. 1951a. Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian pine plantations. Spore production, stump infection, and saprophytica activity in stumps. Ann. Bot. 15: 1—21.
- 1951b. Butt rot by *Fomes annosus* Fr. in East Anglian conifer plantations and its relation to tree killing. Forestry 24: 114—120.
- 1957. Some further observations of *Fomes annosus* Fr. Forestry 30: 69—89.
- 1959. Stump protection against *Fomes annosus*. II Treatment with substances other than creasote. Ann. Appl. Biol. 47: 529—541.
- 1963. Stump protection against *Fomes annosus*. III Inoculation with *Peniophora gigantea*. Ann. Appl. Biol. 52: 63—77.
- Seaby, D.A. 1973. Stump protection trial on Sitka spruce against *Fomes annosus*. Rec. Agric. Res. 21: 13—17.
- Vasama, P.-M. & Vartia, Y. 1980. Johdatus tilastotieteeseen. II. Kolmas painos. Pori. 725 s.
- Webb, P.J. 1973. An alternative to chemical stump protection against *Fomes annosus* on pines in state and private forestry. J.R. Scott. For. Soc. 1: 24—29.

Total of 35 references.



## SUMMARY

### The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine

The number of cases of air-borne infection by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and its possible control after thinnings were examined in three 10 to 16-year-old Scots pine sapling stands in the study. The stands were located in Ruokolahti, Puumala and Mäntyharju in SE Finland, where *H. annosum* occurs commonly. Five experiments were established in the stands in August — September, 1978—1979. A strain of *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül., isolated from a pine stump, was used in the control treatments. A suspension of spores of the fungus was spread on the surfaces of the stumps during thinnings using a stump-spraying device fitted to a brush saw. The suitability of two stump-treating devices for applying a spore suspension of *P. gigantea* was tested in the study. One of the stump-treating devices, developed at the Finnish Forest Research Institute, was fitted to a Kawasaki Kaaz 40 brush saw, and the other comprised an ENSO device fitted to a Husqvarna 165 R brush saw.

The success of the *P. gigantea* treatment and the number of stumps infected by *H. annosum* in the stands were investigated by removing pieces of wood from the stumps. These samples, as well as some stumps with accompanying roots, were analysed in the laboratory. Wood samples were taken in all the stands two months and one year after treating the stumps. Samples were also taken from the stands in Ruokolahti and Puumala two years after the thinning work. The wood samples were examined in the laboratory under a stereomicroscope, and pure cultures isolated from the samples. All together 2125 stumps treated with *P. gigantea*, 1375 untreated control stumps, and 165 root systems were examined. The thinnings were carried out in the stands using normal methods. However, the stumps were taller than those usually left after cutting so as to enable samples to be taken. The effect of taller stumps was investigated in a separate experiment in the stand at Puumala.

There were considerable differences between the number of stumps infected by air-borne spores of *H. annosum* two months after thinning in the different stands, and also in the parts of the same stands which were thinned at different times. On the average, *H. annosum* had infected 30 % of the stumps of the young

pine trees within two months after thinning. The differences between the stands levelled off within one year, and the number of stumps infected by *H. annosum* decreased to such an extent that only about 3 % of the stumps on the stands were infected by *H. annosum* within one year after thinning. *H. annosum* was no longer found in any of the stumps two years after thinning. However, from the roots of two years old untreated stumps *H. annosum* was isolated.

*P. gigantea* was able to control the air-borne infection of the stumps within one year after felling in five of the experiments. In the experiment designed to determine the effect of stump height, *H. annosum* had infected 1.7 % of the treated taller stumps within one year. Both the ENSO device and the stump-spraying device developed at the Forest Research Institute proved to be suitable for spreading spore suspensions of *P. gigantea*.

Natural infection by *P. gigantea* also occurred in all the stands. The number of stumps infected with *P. gigantea* on the treated sample plots was 77 % greater within two months, and 27 % greater within one year, than the number naturally infected by *P. gigantea* on the control plots. Natural infection by *P. gigantea* was not able to prevent the infection of untreated stumps by *H. annosum*. The naturally infecting strain thus complemented, but was not able to replace the treatments.

According to the results of the study, air-borne infection by *H. annosum* occurs to some extent as a result of thinnings in sapling stands in SE Finland, where *H. annosum* occurs commonly in the stands of Scots pine of all age. The spread of *H. annosum* can only be prevented in this area if the control measure is started already in this stage. Treating the stumps with a suspension of *P. gigantea* spores in conjunction with thinning can prevent the air-borne infection of pine stumps by *H. annosum*. The stumps should be left as short as possible. Both of the stump-treating devices tested in this study can be used to spread the fungus suspension, the spreading costs being rather low. However, *P. gigantea* is not a registered control chemical in Finland at the present time.

ODC 443.2+411+236.6  
ISBN 951-40-0681-X  
ISSN 0015-5543

JOKINEN, K. 1984. The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine. *Seloste: Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaoorvakalla (Phlebiopsis gigantea) männyn taimikoiden harvennuksessa*. Folia For. 607: 1—12.

The number of cases of air-borne infection by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and its possible control after thinnings was studied in three 10 to 16-year-old stands of Scots pine in SE Finland. The stumps were treated by applying a suspension of *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. to the cut surface using a stump-spraying device fitted to a brush saw. Two devices were tested. *H. annosum* spread to the stands already as a result of the first thinning. The fungus has infected 3 % of the untreated stumps within one year. It was isolated also from the root systems of the untreated stumps. Treatment with *P. gigantea* almost completely prevented air-borne infection of the stumps by *H. annosum*. Both of the tested devices proved to be suitable for spreading spore suspensions of *P. gigantea*.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, PL 18, SF-01301 Vantaa, Finland.

ODC 443.2+411+236.6  
ISBN 951-40-0681-X  
ISSN 0015-5543

JOKINEN, K. 1984. The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine. *Seloste: Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaoorvakalla (Phlebiopsis gigantea) männyn taimikoiden harvennuksessa*. Folia For. 607: 1—12.

The number of cases of air-borne infection by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and its possible control after thinnings was studied in three 10 to 16-year-old stands of Scots pine in SE Finland. The stumps were treated by applying a suspension of *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. to the cut surface using a stump-spraying device fitted to a brush saw. Two devices were tested. *H. annosum* spread to the stands already as a result of the first thinning. The fungus has infected 3 % of the untreated stumps within one year. It was isolated also from the root systems of the untreated stumps. Treatment with *P. gigantea* almost completely prevented air-borne infection of the stumps by *H. annosum*. Both of the tested devices proved to be suitable for spreading spore suspensions of *P. gigantea*.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, PL 18, SF-01301 Vantaa, Finland.

Tilaan 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 588 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. investoinnin perusteella.  
Growth variation in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo according to the 7th National Forest Inventory.
- No 589 Paavilainen, Eero: Typpi ja hivenravinteet ojitettujen rämeiden jatkolannoituksessa.  
Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps.
- No 590 Metsätalostollinen vuosikirja 1983.  
Yearbook of Forest Statistics, 1983.
- No 591 Elovirta, Pertti & Ihalainen, Ritva: Metsä- ja maatalousammattit nuorten ammattisuunnitelmissa.  
Young people's professional plans in forestry and agriculture.
- No 592 Lilja, Arja: Ilmavintäisen sinistymisen aiheuttajista ja eräiden fungisidien tehosta niiden torjunnassa.  
Fungi causing air-borne sap stain in wood and efficiency of some fungicides against them.
- No 593 Parviainen, Jari: Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla.  
The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways.
- No 594 Mäki, Elina: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1982.  
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1982 by districts.
- No 595 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1983.  
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1983.
- No 596 Vuokila, Yrjö, Laasasaho, Jouko & Ihalainen, Antti: Luonnonmetsien puiden runkokäyrämallien tarkkuus viljelykuusikoissa.  
The accuracy of stem taper curve functions for natural trees in spruce plantations.
- No 597 Gustavsen, Hans Gustav & Mielikäinen, Kari: Luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.  
Site index curves natural birch stands in Finland.
- No 598 Salo, Kauko: Joensuun ja Seinäjoen asukkaiden luonnonmarjojen ja sienten poiminta v. 1982.  
The picking of wild berries and mushrooms by the inhabitants of Joensuu and Seinäjoki in 1982.
- No 599 Uusvaara, Olli: Hakepuun kosteuden alentaminen ennen haketusta korjuuseen ja varastointiin liittyvin toimenpitein.  
Decreasing the moisture content of chip wood before chipping; harvesting and storage measures.
- No 600 Rubki uhoda. Rezultaty finsko-sovetskogo sovmetnogo naučnogo issledovanija.  
Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteistutkimuksesta.  
Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet joint research study.
- No 601 Veijalainen, Heikki, Reinikainen, Antti & Kolari, Kimmo K.: Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti.  
Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. Interim report.
- No 602 Saarsalmi, Anna: Vesipajun biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö.  
Biomass production and nutrient and water consumption in *Salix 'Aquatika Gigantea'* plantation.
- No 603 Palmgren, Kristina: Muokkauksen ja kalkituksen aiheuttamia mikrobiologisia muutoksia metsämaassa.  
Microbiological changes in forest soil following soil preparation and liming.
- No 604 Pelkonen, Paavo: Temperature response of electrical impedance in poplar cuttings: A preliminary concept.  
Poppelipistokkaiden impedanssin riippuvuus lämpötilasta: Alustava malli.
- No 605 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1982—84.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1982—84.
- No 606 Arbetsorganisation i skogsbruket. Slutrapport för ett projekt vid Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd under perioden 1981—1983.  
The organization of work in forestry.  
Metsätalouden työorganisaatio.
- No 607 Jokinen, Katriina: Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaorvakalla (*Phlebiopsis gigantea*) männyn taimikoiden harvennuksessa.  
The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine.
- No 608 Savonen, Eira-Maija & Lähde, Erkki: Paakun taimimäärän vaikutus männyn taimien kehitykseen.  
Effects of seedling density on the development of containerised Scots pine seedlings.
- No 609 Lehto, Tarja: Kalkituksen vaikutus männyn mykoritsoihin.  
The effects of liming on the mycorrhizae of Scots pine.
- No 610 Repo, Tapani, Mela, Martti & Valtanen, Jukka: Männynversosyövälle alttiiden ja vastustuskykyisten taimialkuperien erottaminen neulasten ominaisimpedanssin mittauksella.  
Separation of susceptible and resistant provenances of Scots pine to *Gremmeniella abietina* by specific needle impedance.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita 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 951-40-0681-X  
ISSN 0015-5543