

23.09.91



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1991

770

Katriina Lipponen

JUURIKÄÄVÄN KANTOTARTUNTA JA SEN TORJUNTA
ENSIHARVENNUSMETSIKÖISSÄ

Stump infection by *Heterobasidion annosum* and its control in
stands at the first thinning stage

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 857 051
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja 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 kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetöimintää varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen 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 ten 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 770

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1991

Katriina Lipponen

JUURIKÄÄVÄN KANTOTARTUNTA JA SEN TORJUNTA
ENSIHARVENNUSMETSIKÖISSÄStump infection by *Heterobasidion annosum* and its control in stands
at the first thinning stage

Approved on 8.4.1991

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Koealat	4
22. Käsittelyt	4
23. Kantokäsittelylaite	4
24. Näytteenotto	5
25. Kairanlastujen ja kiekkojen tarkastus	5
26. Tulosten laskenta	5
3. TULOKSET	5
31. Metsiköiden juurikäätartunta ennen harvennusta	5
32. Torjuntavaikutus männyn kannoissa	6
33. Torjuntavaikutus kuusen kannoissa	6
34. Harmaaorvakkatartunta	6
35. Muiden sienten kuin juurikäävän tai harmaaorvakan esiintyminen kannoissa	7
36. Harmaaorvakan leviäminen puutavaraan	8
4. TULOSTEN TARKASTELU	8
KIRJALLISUUS — REFERENCES	9
SUMMARY	11

Lipponen, K. 1991. Juurikäävän kantotartunta ja sen torjunta ensiharvennusemetsäkoissa. Summary: Stump infection of *Heterobasidion annosum* and its control in stands at the first thinning stage. *Folia Forestalia* 770. 12 p.

Tutkimuksessa selvitettiin juurikäävän (*Heterobasidion annosum*) leviämistä kantoihin kesäaikaisen ensiharvennuksen jälkeen sekä tartunnan torjuntaa kahdessa männikössä ja yhdessä kuusikossa Etelä-Suomessa. Torjuntäkäsittelyissä käytettiin joko 20-prosenttista lannoiteurean vesiliuosta tai harmaaorvakkasienen (*Phlebiopsis gigantea*, kaksi sienikantaa) itiö-vesiseosta. Käsittelyaineet levitettiin kannoille puiden kaadon yhteydessä moottorisahaan liitetyllä kantokäsittelylaitteella. Kokeissa tutkittiin 501 männyn ja 278 kuusen kantoa.

Juurikääpä oli levinnyt kuusikkoon ja toiseen männiköistä jo ennen kokeiden perustamista. Näissä metsäkoissa juurikääpäpesäkkeitä syntyi lisää harvennuksen seurauksena. Männikössä, joka oli terve koetta aloitettaessa, juurikääpä tartuntaa ei todettu harvennuksen jälkeenkään.

Harmaaorvakkäkäsittely estivät männyn kantojen juurikääpä tartunnan, mutta kuusen kannoissa juurikääpä levisi käsittelyistä huolimatta. Ureakäsittelyllä juurikäävän torjunta ei onnistunut.

Harmaaorvakkaseos tehoi juurikääpä vastaan kanto-käsittelylaitteella levitettynä. Käsittelyainetta levisi kuitenkin kannon lisäksi myös puutavaraksi hakatun rungon sahauspintaan. Urealiuoksen levitykseen laite ei sellaiseenaan sovellu.

Air-borne infection by *Heterobasidion annosum* and its control during the first thinning were examined in two Scots pine stands and one Norway spruce stand southern Finland. Water suspensions of *Phlebiopsis gigantea* (two strains) and 20 % urea solution were used. The substances were spread on the surface of the stumps during felling using a stump-spraying device fitted to a chain-saw. A total of 501 pine and 278 spruce stumps were investigated.

Heterobasidion annosum had spread to the spruce stand and one of the pine stands prior to the first thinning. *H. annosum* also infected stumps in these stands after thinning. The other pine stand was uninfected before thinning, and did not become infected after thinning, neither. In the pine stumps treated with *P. gigantea* no *H. annosum* infection was detected. However, control of air-borne infection of the spruce stumps by *H. annosum* was not successful with *P. gigantea*. Control with urea was successful in no case.

Application of *P. gigantea* was successful with the stump-spraying device. However, the apparatus also sprayed the fungal suspension on the felled timber. The apparatus is not without modifications suitable for spreading of the urea solution.

Keywords: control, *Heterobasidion annosum*, *Phlebiopsis gigantea*, urea, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*.
FDC 443 + 411 + 414

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Protection, Box 18, SF-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-1152-X
ISSN 0015-5543
Helsinki 1991. Valtion painatuskeskus

1. Johdanto

Juurikääpä (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.; *Fomes annosus* (Fr.) Cooke; *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.) aiheuttaa puuvartisilla kasveilla juuri- ja runkolahoa. Sitä on tavattu Suomessa kaikissa metsätaloudellisesti tärkeissä puulajeissa. Sieni aiheuttaa tyvilahoa kuusessa ja tyvitervastautia männynissä. Tyvitervastauti pihkoittaa ja lahottaa männyn juuret, ja lopulta puu kuolee pystyyn. Myös koivut ja katajat kuolevat tyvitervastaudin saastuttamissa männiköissä (Laine 1976). Kuusen tyvilahon aiheuttajaksi on osoitettu sienen S-tyyppi, "kuusenuurikääpä" ja männyn tyvitervastaudin aiheuttajaksi P-tyyppi, "männynjuurikääpä" (Korhonen 1978, 1988).

Juurikäävän aiheuttamaa kuusen tyvilahoa on maassamme etenkin rannikkoseudulla Oulun seudulle saakka sekä paikoitellen sisämaassa Etelä- ja Keski-Suomessa (Kallio & Tamminen 1974, Hallaksela 1984, Tamminen 1985). Tyvitervastautia on maan eteläosissa, varsinkin Kaakkois- ja Itä-Suomessa (Laine 1976).

Juurikääpä leviää sekä itiöiden että rihmaston avulla. Ilmavirtausten mukana kulkeutuvat itiöt saastuttavat tuoreita kantoja ja puunkorjuun aiheuttamia vauriokohtia (Rishbeth 1951a, 1951b, Kallio 1970). Kannoista ja sairaista puista sieni leviää rihmastona juuriyhteyksien ja -kosketusten kautta terveisiin puihin (Rishbeth 1948, Rennerfelt 1952), mistä johtuu kuusen tyvilahon ja männyn tyvitervastaudin laikuttainen esiintyminen metsikössä. Suomessa tehdyn kloonitutkimuksen mukaan itiölevinnällä on huomattava merkitys juurikäpätuhojen leviämisesä (Piri ym. 1990). Sairaot puut ja tartunnan saaneet kannot voivat levittää juurikäpää vuosikymmeniä (Holmsgaard ym. 1961, Low 1961, Greig & Pratt 1976).

Juurikäävän kantotartunta riippuu monista ilmastollisista ja metsikkökohtaista tekijöistä. Suomen ilmastossa kesähakkuut mahdollistavat juurikäävän leviämisen, sillä kantotartuntaa tapahtuu vain lumettomana vuodenaikana ilman lämpötilan ollessa yli 0°C:tta (Kallio 1970).

Etelä-Suomen vartuneissa kuusikoissa noin 10–30 % kesähakkuiden kannoista saa ilmateitse tulevista itiöistä juurikäpätartunnan (Kallio 1965, Kallio & Hallaksela 1979, Hallaksela & Nevalainen 1981). Vartuneissa männiköissä Savitaipaleella ja Suomenniemellä juurikäpä todettiin runsaan vuoden kuluttua hakkuusta 8 %:sta kantoja (Petäistö 1978). Kaakkois-Suo-

nessa juurikäävän on todettu voivan levitä männikköön heti taimikon harvennuksen jälkeen (Jokinen 1984).

Juurikäpätuhojen torjunnassa olisi ensisijaisesti yritettävä estää sien leviäminen terveisiin metsiköihin, sillä tartunnan saaneen metsikön parantaminen on sien moni-isäntäisyyden ja pitkäikäisyyden takia epävarmaa. Juurikäävän leviämistä voidaan hidastaa estämällä kantotartunta sekä suunnitelmalla ja toteuttamalla puunkorjuu niin, että korjuuvaurioita syntyy mahdollisimman vähän.

Kesähakkuiden terveet kannot voidaan suojata juurikäpätartunnalta kantokäsittelyllä. Käsittelyssä kannon pinnalle levitetään heti kaadon jälkeen joko juurikäävän luontaisia kilpailijapieneliöitä (ns. antagonistiset mikrobit) tai erilaisia kemikaaleja (esim. Rishbeth 1959).

Kantokäsittelyihin soveltuvista juurikäävän kilpailijapieneliöistä tunnetuin on kantasienein kuuluva harmaaorvaka (*Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Jülich), jolla voidaan torjua tehokkaasti männyn kantojen juurikäpätartunta (Rishbeth 1959, Hodges 1964, Boyce 1966, Greig 1976, 1984, Parker 1977, Ross & Hodges 1981, Jokinen 1984). Rishbeth'in (1963) mukaan 10 000 harmaaorvakan itiötä 16 cm:n läpimitäiseen männyn kantoon levitettynä (n. 50 kpl/cm²) riittää estämään tartunnan. Harmaaorvakavalmistetta myydään Englannissa muoviampullissa, jossa on vähintään viisi miljoonaa elävää itiötä (Webb 1973, Greig 1976, Parker 1977). Ampulli riittää sataan kantoon, joiden keskiläpimitta on noin 20 cm (Chemical control 1976, Greig 1976, Parker 1977). Kallion (1971) sekä Kallion & Hallakselan (1979) mukaan harmaaorvakkakäsittely estää myös kuusen kantojen juurikäpätartunnan. Tartunnan estämiseksi kuusen kantoihin on kuitenkin levitettävä vähintään satakertaa niin paljon itiöitä kuin männyn kantoihin, koska harmaaorvakan kilpailukyky on kuusen kannoissa heikompi kuin männyn kannoissa (Rishbeth 1970).

Kantokäsittelyyn soveltuvia kemikaaleja ovat mm. booraksi ja urea (Rishbeth 1959, Driver 1963, Driver & Ginns 1969, Hodges 1970, Schönhar 1977, Hallaksela & Nevalainen 1981). Kemikaaleja suositellaan yleensä muiden havupuiden kuin männyn käsittelyyn. Englannissa kantokäsittelyssä käytetään 20-prosenttista urean vesiliuosta, jota ohjeen mukaisesti levitetty-

nä tarvitaan 1,25 litraa neliömetrille kantopintaa (Forestry Commission 1970, 1976, Webb 1973, Chemical control 1976, Rishbeth 1979). Ruotissa kuusen kantojen käsittely tehdään 30-prosenttisella urealiuoksella (Ericsson 1989, Stenlid 1989). Urean teho perustuu pääasiassa myrkyvaikutukseen, sillä urea muodostaa kannoissa hajotessaan monille kantasienille, mm. juurkäävälle, myrkyllistä ammoniakkia (Rishbeth 1959).

Nyt käsillä olevassa tutkimuksessa selvitettiin kuusen ja männyn kantojen juurikäpätartuntaa ensiharvennuksen jälkeen sekä harmaaorvakan

ja urealiuoksen tehokkuutta tartunnan torjunnassa. Samalla tutkittiin moottorisahaan liitetyn kantokäsittelylaitteen soveltuvuutta harmaaorvakan ja urealiuoksen levittämiseen kantojen pinnalle.

Tutkimuksen käsikirjoituksen ovat lukeneet FK Kari Korhonen, prof. Timo Kurkela ja dos. Lalli Laine. Esitarkastajina ovat olleet dos. Risto Jalkanen ja prof. Eeva Tapio. Kiitän heitä arvokkaista, lopputulosta parantaneista huomautuksista ja korjaus ehdotuksista.

2. Aineisto ja menetelmät

21. Koealat

Tutkimusta varten perustettiin kolme kenttäkoetta ensiharvennusemetsiköihin. Kaksi koetta oli puolukkatyyppin männiköissä. Näistä toinen, osittain kylvetty, osittain istutettu metsikkö sijaitsi Tuusulassa ja toinen, luontaisesti syntynyt, paikoin soistunut metsikkö Kerimäellä. Tuusulan metsikön vieressä oli juurikäävän saastuttama kontortamännikkö. Kolmas koe oli mustikkatyyppin kuusikossa Pernajassa.

Jokaisessa kokeessa oli 16 ympyräkoelaa, joiden koko oli lähtörunkoluvusta riippuen kaksi (Tuusula, Pernaja, säde 7,97 m) tai kolme aaria (Kerimäki, säde 9,77 m). Tavoitteena oli, että harvennuksen jälkeen jokaisella koealalla oli noin 25 kantoa, ja runkoluku jäi käytännön ohjeiden mukaiseksi (Metsänhoitosuosituksen 1989). Leimattujen puiden tyviläpimitta (D mm, kuoren päältä), pituus (h dm) ikä (a) vaihteluvälineen olivat seuraavat:

Koepaikka	D, mm	h, dm	ikä, v.
Pernaja	122 (62–225)	112 (58–164)	46 (34–53)
Tuusula	107 (42–180)	93 (49–119)	33 (31–35)
Kerimäki	100 (50–180)	98 (62–131)	29 (21–43)

Metsiköt harvennettiin Tuusulassa kesäkuun ja Pernajassa elokuun puolivälissä 1980, Kerimäellä kesäkuun lopulla 1981.

22. Käsittelyt

Kokeissa oli neljä käsittelyä, joista jokainen toistettiin neljä kertaa. Käsittelyaineet olivat 20-prosenttinen urean vesiliuos sekä kahden eri harmaaorvakkakanan itiövesiseokset. Neljännen käsittelyn muodostivat käsittelemättömät vertailukoelat.

Urealiuos valmistettiin liuottamalla 200 g lannoiteureaa (46,2 % N) litraan vettä (Chemical control 1976, Hallak-sela & Nevalainen 1981). Harmaaorvakkakanat olivat kuusesta eristetty kanta "K" (Kemiran "Maannouseman-

esto", myynnissä marraskuun alusta 1978 lokakuun loppuun 1983) ja männyn kannosta peräisin oleva kanta "M". M-kannan tehokkuutta juurikäpää vastaan on aikaisemmin tutkittu männyn taimikoissa (Jokinen 1984). Itiöiden ja veden seokset valmistettiin huuhtelemalla noin 20°C:een lämpötilassa 1-prosenttisella mallasagarilla petrimaljassa kasvatetusta noin kuukauden ikäisestä sieniviljelmästä itiöt viiteen litraan vettä. Malja sisälsi noin 5–12 miljoonaa harmaaorvakan leviämisyksikköä (itiöitä ja rihmaston osia). Käsittelyaineseoksessa oli 1000–2400 leviämisyksikköä/ml.

23. Kantokäsittelylaite

Kantokäsittelyaineet levitettiin kannoille moottorisahaan (Jobu LF50) sovitetulla kantokäsittelylaitteella, joka ruiskutti käsittelyaineen kannon pintaan kaatosahauksen yhteydessä. Laitteen on kehittänyt kenttäimestari Sauli Takalo Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen tutkimusasemalla. Raivaussahaan liitettynä laitteen soveltuvuutta harmaaorvakan itiösuspension levittämiseen on aikaisemmin kokeiltu männyn taimikoiden harvennuksen yhteydessä (Jokinen 1984).

Käsittelylaitteessa paineenalainen neste ohjataan ensin terälaitteen alapuoliselle suuttimelle ja sitten edelleen terälevyyn tehtyä uraa pitkin kohti terälevyn kärkeä. Uran tarkoituksena on ohjata neste tasaisesti kannon koko poikkileikkauspinnalle. Nesteenohjauksuran ja tarkoituksenmukaisen suuttimen ansiosta nestevirta ei joudu kosketuksiin liikkeessä olevan teräketjun kanssa, eikä nestevirta joudu kosketuksiin kuumien sahanosien kanssa.

Kokeissa ei laskettu tarkkaan kannon pinta-alayksikköä kohti levitettyä ainemäärää. Laitinen & Takalo (1978) tutkivat laitteen ainemenekkiä (cm³/kanto) sen ollessa kiinnitettynä kolmeen erimerkkiseen raivaussahaan. Saha ei heidän mukaansa vaikuttanut ainemenekkiin, vaan käsittelyainetta kului 20 mm:n läpimittaista kantoa kohti noin 3 cm³ (1 ml/cm²).

24. Näytteenotto

Puita kaadettaessa kaikki koalojen kannot numeroitiin. Jokaisen koalan lähinnä keskialuea pohjoiseen oleva kanto ja sitten järjestelmällisesti säteen suunnassa myötäpäivään joka viides kanto kairattiin aseptisesti kasvukairalla ytimeen kolmen juuren kohdalta juurenniskan korkeudelta tai, jos mahdollista, juurista. Lastuista tutkittiin juurikäävän määrä koemetsiköissä ensiharvennuksen aikaan. Tuusulassa kairattiin perustamisen yhteydessä 76, Pernajalla 72 ja Kerimäellä 80 kantoa.

Tuusulassa ja Pernajassa kannoista kairattiin näytteitä kolmen, 12 ja 15 kuukauden ja Kerimäellä kolmen ja 12 kuukauden kuluttua kokeiden perustamista. Näytteet otettiin marraskuun puolenvälin ja kesäkuun lopun välisenä aikana vuosina 1980–82. Jokaisella näytteenotokerralla kairattiin kaikilta koaloilta viisi aikaisemmin kairaamattomia kantoa, jotka olivat lähinnä edellisellä näytteenotokerralla kairattuja kantoja. Näytteet kairattiin aseptisesti 4–5 cm:n päästä kaatopinnasta (esim. Käärik & Rennerfelt 1957). Näin lähes kaikki koalojen kannot tutkittiin. Tuusulassa tutkittiin kokeen perustamisen yhteydessä kairatut kannot mukaan lukien yhteensä 301, Pernajalla 278 ja Kerimäellä 200 kantoa. Lastuja kairattiin Tuusulassa 632, Pernajassa 612 ja Kerimäellä 340 kpl (yhteensä 1584 lastua).

Tuusulassa ja Pernajassa tutkittiin kokeiden perustamisen yhteydessä harmaaorvakan leviämistä puun yläpuoliseen katkaisupintaan eli puutavaraan. Tätä tarkoitusta varten sahattiin kaadettujen puiden tyvistä kiekkoja laborioriotutkimuksia varten. Kiekot otettiin kaikkista kaadon yhteydessä kairatuista puista.

25. Kairanlastujen ja kiekkojen tarkastus

Kairanlastut suljettiin maastossa steriileihin koeputkiin, joista ne siirrettiin laboratorioissa petrimaljoihin. Petrimaljoissa oli kasvualustana 1-prosenttista mallasagaria. Lastuista kasvaneista rihmastoista tutkittiin juurikäävän, harmaaorvakan sekä joidenkin yleisinä esiintyneiden muiden sienten esiintyminen. Sienet tunnistettiin rihmastojen ulkoisen rakenteen (morfologisten ominaisuuksien) perusteella (esim. Nobles 1948, 1965, Ellis 1971, 1976, Hallaksela 1977, Stalpers 1978).

Kiekot sijoitettiin sahausken jälkeen muovipusseihin, joissa niitä pidettiin noin 20°C:een lämpötilassa pimeässä 2–3 viikkoa. Tämän jälkeen juurikäävän ja harmaaorvakan esiintyminen selvitettiin kuromankanttien perusteella kiekkojen pinnoilta stereomikroskoopilla (esim. Rishbeth 1950, Sinclair 1964).

26. Tulosten laskenta

Selvästi lahot (kuusi) tai voimakkaasti pihkoittuneet (mänty) kannot olivat todennäköisesti olleet juurikäävän tartuttamia jo ennen kokeiden aloittamista. Tällaisia kantoja ei otettu huomioon laskettaessa juurikäävän ilmaitse tartuttamien kantojen määrää, vaikka niissä laboratorioissa todettiin juurikääpä. Tulokset laskettiin kannoittain ja lastuittain. Kantoa pidettiin juurikäävän tai harmaaorvakan tartuttamana, jos yhdestäkin lastusta löytyi ko. sieni. Lastujen perusteella laskettiin, miten voimakkaasti sieni oli pystynyt tartuttamaan kannon. Mitä useammasta saman kannon lastusta sieni todettiin, sitä voimakkaampana kilpailijana sitä pidettiin kannosta ravintonsa ottavalle muulle pieneliöstölle.

Tulosten tilastollisessa käsittelyssä käytettiin Khii-neliö -testiä sekä vertailtiin sienien suhteellisia osuuksia pareittain toisiinsa t-testillä. Vertailuja tehtiin sekä kannoittain että lastuittain lasketuista tuloksista.

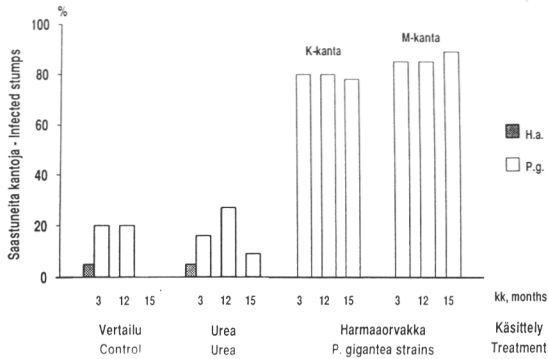
3. Tulokset

31. Metsiköiden juurikäpärtartunta ennen harvennusta

Juurikäpä oli saastuttanut Tuusulassa kolme mäntyä (1 %) jo ennen ensiharvennusta. Tyvitervastautiset puut olivat kaikki eri koaloilla eri osissa metsikköä ja muodostivat kukin erillisen tartuntapesäkkeen. Metsikössä oli näin ollen jo ensiharvennusvaiheessa kolme tautipesäkettä 0,32 hehtaarin alueella. Kaikki tyvitervastaudin vaivaamiksi todetut puut olivat metsikön kylveissä, taimikkovaiheessa harvennetussa osassa. Metsikkö lienee saanut juurikäpärtartunnan tämän harvennuksen seurauksena. Kerimäen

männikössä ei ollut juurikäävän vaivaamia puita koetta aloitettaessa, eikä pihkoittuneita lastujakaan havaittu kokeen aikana.

Pernajan kuusikossa juurikäävän vaivaamia puita oli ennen harvennusta 6,9 %. Metsikön historiaa, edellistä puusukupolvea, taimikonhoitotöitä ym. ei tunneta, joten juurikäävän metsikköön leviämisen ajankohdasta ei voida tehdä päätelmiä. Juurikäpäisten puiden kannot jakaantuivat epätasaisesti eri käsittelyihin. Juurikäpäisiä kantoja oli käsittelemättömillä koaloilla enemmän kuin urealla käsitellyillä koaloilla ($p < 0,05$). Muiden käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisia eroja.



Kuva 1. Urea- ja harmaaorvakkakäsittelyjen vaikutus männyn kantojen juurikäpää- (H.a.) ja harmaaorvakkatartuntaan (P.g.) Tuusulassa kolme, 12 ja 15 kuukautta harvennuksen jälkeen.

Figure 1. Pine stumps (%) infected by *Heterobasidion annosum* (H.a.) and *Phlebiopsis gigantea* (P.g.) 3, 12 and 15 months after thinning and treated with urea and *Phlebiopsis gigantea* strains at Tuusula.

32. Torjuntavaikutus männyn kannoissa

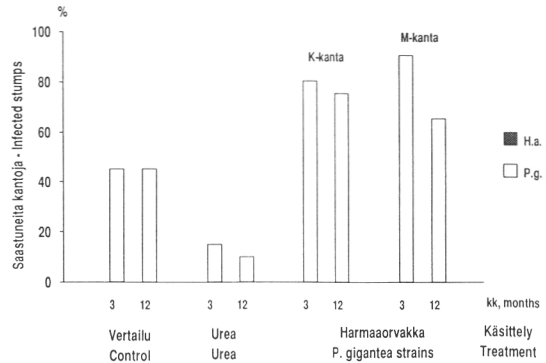
Tuusulan mäntykokeessa juurikäpää todettiin kolme kuukautta harvennuksen jälkeen 5,0 %:ssa (yksi puu) käsittelemättömiä ja 5,2 %:ssa (yksi puu) urealla käsiteltyjä kantoja. Myöhemmillä näytteenottoerkoilla juurikäävän tartuttamia kantoja ei enää todettu vertailuruuduilla eikä urealla käsitellyillä ruuduilla. Harmaaorvakkakäsittelyt estivät juurikäävän leviämisen kantoihin kokonaan (kuva 1). Kolmen eri ajankohdan näytteenoton perusteella juurikäpää levisi harvennuksen seurauksena noin 2 %:iin käsittelemättömien ja urealla käsiteltyjen koealojen kannoista.

Kerimäen mäntykokeessa juurikäpää ei tartuttanut kantoja kokeen aikana, joten torjuntakäsittelyjen vaikutusta ei pystytty selvittämään (kuva 2).

33. Torjuntavaikutus kuusen kannoissa

Pernajan kuusikokeessa juurikäpää todettiin kolme kuukautta harvennuksen jälkeen kaikilla torjunta-, mutta ei vertailukoaloilla. Vuoden kuluttua juurikäpää esiintyi myös käsittelemättömissä kuusen kannoissa. Viimeisellä näytteenottokerralla juurikäpää esiintyi sekä käsittelemättömissä että urealla käsitellyissä kannoissa. Sen sijaan harmaaorvakkalla käsitellyt kannot olivat juurikäävättömiä (kuva 3).

Juurikäpää levisi Pernajassa kaatopintojen



Kuva 2. Urea- ja harmaaorvakkakäsittelyjen vaikutus männyn kantojen juurikäpää- (H.a.) ja harmaaorvakkatartuntaan (P.g.) kolme ja 12 kuukautta harvennuksen jälkeen Kerimäellä.

Figure 2. Pine stumps (%) infected by *Phlebiopsis gigantea* 3 and 12 months after thinning and treated with urea or *Phlebiopsis gigantea* at Kerimäki.

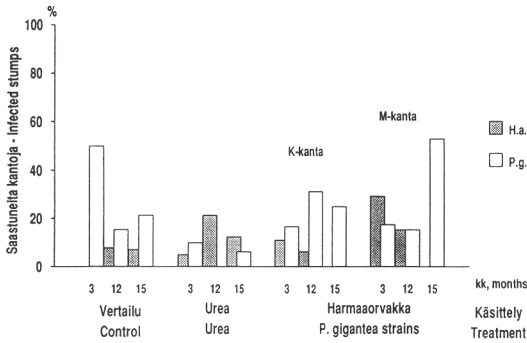
kautta kolmen näytteenoton perusteella kaikkiaan 4,4 %:iin käsittelemättömiä, 6,0 %:iin K- ja 14,9 %:iin M-sienikannalla käsiteltyjä kantoja (kuva 3). Ureakäsittelyssä sieni levisi 12,0 %:iin kannoista.

Juurikäpärtartunnan saaneita kantoja oli sekä urealla että M-sienikannalla käsitellyillä koealoilla enemmän kuin käsittelemättömillä ($p < 0,01$) tai K-kannalla käsitellyillä koealoilla ($p < 0,05$). Kuusesta eristetyllä harmaaorvakkalla tehdyn käsittelyn ja vertailun välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kaikkiaan juurikäpää löytyi noin 9 %:sta kantoja, jotka kokeen perustamisvaiheessa oli luokiteltu terveiksi.

34. Harmaaorvakkatartunta

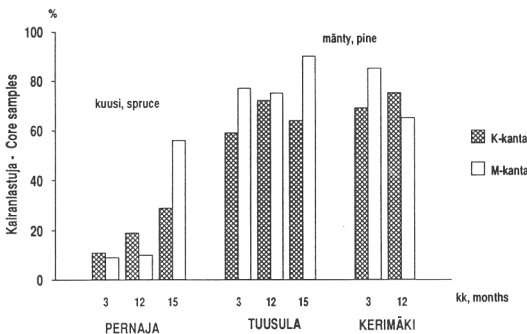
Harmaaorvakkatartunta vaihteli Tuusulan kokeen harmaaorvakkakäsittelyissä vain vähän eri näytteenottoerkoilla (kuva 1). Kerimäen kokeessa vaihtelu oli suurempaa kuin Tuusulassa (kuva 2). Lastujen perusteella männystä eristetty sienikanta valtasi sekä Tuusulassa ($p < 0,001$) että Kerimäellä ($p < 0,05$) männyn kannoissa enemmän kasvutilaa kuin kuusesta eristetty kanta (kuva 4).

Kuusen kantojen harmaaorvakkatartunta vaihteli harmaaorvakkakäsittelyissä huomattavasti (15,4–52,9 %) eri näytteenottoerkoilla (kuva 3). Kaikkiaan sieni todettiin 25,0 %:ssa sienikannalla "K" ja 29,8 %:ssa kannalla "M" käsiteltyjä kantoja (kuva 3). Sienikantojen välillä ei



Kuva 3. Urea- ja harmaaorvakkakäsittelyjen vaikutus kuusen kantojen juurikäpää- (H.a.) ja harmaaorvakkatartuntaan (P.g.) Pernajassa kolme, 12 ja 15 kuukautta harvennuksen jälkeen.

Figure 3. Spruce stumps (%) infected by *Heterobasidion annosum* (H.a.) and *Phlebiopsis gigantea* (P.g.) 3, 12 and 15 months after thinning and treated with urea or *Phlebiopsis gigantea* strains at Pernaja.



Kuva 4. Harmaaorvakan tartuttamat kairanlastut kokeiden harmaaorvakkakäsittelyissä eri näytteenottokerroilla Pernajassa, Tuusulassa ja Kerimäellä.

Figure 4. Increment core samples (%) infected by *Phlebiopsis gigantea* in the *Phlebiopsis gigantea* treatments 3, 12 and 15 months after thinning at Pernaja and Tuusula and 3 and 12 months after thinning at Kerimäki.

ollut eroa kantojen harmaaorvakkatartunnassa eikä lastujen perusteella myöskään tartunnan voimakkuudessa ($p > 0,05$).

Harmaaorvakkaa todettiin kaikissa kokeissa sekä urealla käsittelyssä että vertailukoealojen kannoissa, vaikka harmaaorvakkaa ei levitetty näihin kantoihin (kuvat 1, 2 ja 3). Luontaista harmaaorvakkatartuntaa oli sekä Pernajan kuusikokeessa että Kerimäen mäntykokeessa urealla käsitellyissä kannoissa vähemmän kuin käsittelemättömissä kannoissa ($p < 0,001$; kuvat 2 ja 3). Tuusulan mäntykokeessa ureakäsittely ei vaikuttanut luontaiseen harmaaorvakkatartuntaan ($p > 0,05$).

Taulukko 1. Muita sieniä kuin juurikäpää ja harmaaorvakkaa sisältäneet kairanlastut (%) eri käsittelyissä. Table 1. Increment core samples infected by other fungi except *Heterobasidion annosum* and *Phlebiopsis gigantea* in the control and the various treatments.

Metsikkö Stand	Kannon ikä, kk Age of stumps	Käsittely — Treatment			
		Vertailu Control	Urea	Harmaaorvakkatartunta K M <i>P. gigantea</i> strains K M	
Tuusula	3	6,0	4,4	2,0	0,0
	12	27,8	40,0	16,7	15,7
	15	76,8	78,6	13,6	15,0
Kerimäki	3	13,3	10,2	11,8	4,3
	12	30,3	65,0	25,0	25,0
Pernaja	3	32,6	38,0	38,6	41,9
	12	55,6	69,0	53,5	62,5
	15	68,4	71,4	95,8	64,0

Harmaaorvakkakäsittely lisäsi männyn kantojen harmaaorvakkatartuntaa sekä vertailuun että ureakäsittelyyn verrattuna ($p < 0,001$). Kuusen kantojen käsittely harmaaorvakkalla ei lisännyt sienen määrää kannoissa ($p > 0,05$).

35. Muiden sienien kuin juurikäävän tai harmaaorvakan esiintyminen kannoissa

Harmaaorvakkalla käsitellyissä männyn kannoissa todettiin lähes yksinomaan harmaaorvakkaa kolme kuukautta kantokäsittelyn jälkeen. Kuusen kannoissa sen sijaan oli runsaasti muita sieniä jo ensimmäisellä näytteenottokerralla, sillä käsittelystä riippuen 32,6–41,6 %:ssa lastuja kasvoi ainakin yksi sieni, joka ei ollut juurikäpää eikä harmaaorvakkaa. Muut sienet olivat pääasiassa vaillinais- ja kotelosieniä (taulukko 1).

Muiden sienien määrä lisääntyi sekä kuusen että männyn kantojen vanhetessa (taulukko 1). Muita sieniä todettiin kairanlastuissa Kerimäellä ja Pernajassa ureakäsittelyssä enemmän kuin käsittelemättömissä kannoissa ($p < 0,05$). Tämä viittaa siihen, että ureakäsittely lisää kantojen pieneliöstöä.

Kantasienistä todettiin juurikäävän ja harmaaorvakan lisäksi vain verinahakka (*Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.:Fr.). Verinahakkaa havaittiin aikaisintaan vuoden kuluttua hakkuusta.

Männyn kannoissa todettiin mm. *Leptographium lundbergii* Lagerb. & Melin, *Trichoderma*

viride Pers.ex Gray, *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, *Verticicladiella procera* Kendrick, *Ascocoryne* spp., *Graphium* spp. sekä *Ceratocystis* spp. Näistä sienistä yleisin oli *L. lundbergii*, jota kasvoi runsaasti vertailukoelajien kannoissa. Varsinkin ensimmäisellä näytteenotokerralla kuusen kannoissa todettiin erityisesti *Nectria fuckeliana* Booth -sientä. Se oli yleisempi käsittelemättömissä kuin käsittelyissä kannoissa. *Ascocoryne* spp. kasvoi lastuista, jotka kairattiin urealla käsitellyistä kannoista. Kuusen kannoissa todettiin myös muun mähkön yhteydessä mainitut sienet. Varsinkin *V. procera* -sientä oli paljon.

4. Tulosten tarkastelu

Kokeissa tutkittiin lähes kaikki koelajien kannot, joten tutkittuja kantoja lienee ollut riittävästi luotettavien tulosten saamiseksi. Juurikäävän ja harmaaorvakan tunnistaminen oli sitä epävarmempaa mitä kauemmin hakkuusta oli kulunut aikaa. Määrittelyn vaikeutuminen johtui kantojen pieneliöstön lisääntymisestä kantojen vanhetessa ja lastujen kairaamisesta kannoista kaikilla näytteenotokerroilla samalta korkeudelta. Juurikääpärihmasto etenee kuusen kannoissa Suomessa jopa 40 cm (Kallio 1971) ja useiden mäntylajien kannoissa Englannissa ja Yhdysvalloissa metrin vuodessa (Rishbeth 1948, Meredith 1959, 1960, Kuhlman & Hendrix 1964), joten juurikäävän toteamiseksi kannot olisi ilmeisesti pitänyt kairata 12 ja 15 kk:n kuluttua harvennuksesta alemmaa kannosta kuin ensimmäisellä näytteenotokerralla.

Juurikääpärihmasto ei aina kasva kannossa juuristoon saakka, eikä juurikäpärtartunnan saanut kanto näin ollen aiheuta uutta tautipesäkettä metsikköön. Mähkön taimikoissa juurikäävän on todettu kasvavan juuristoon saakka noin yhdessä tapauksessa kymmenestä (Jokinen 1984). Isoissa kannoissa sieni kasvaa juuristoon saakka useammin, koska iso kanto kuivuu hitaammin. Tässä tutkimuksessa kantoja ei tutkittu myöhemmin.

Sekä juurikäpäätä että luontaista harmaaorvaka levisi kantoihin tässä tutkimuksessa vähemmän kuin eräissä aikaisemmissa tutkimuksissa Suomessa (Kallio 1965, Petäistö 1978, Kallio & Hallaksela 1979, Hallaksela & Nevalainen 1981, Jokinen 1984). Tutkimustulosten erot johtunevat koealojen (esim. sääsuhteet, metsikkökoh- taiset tekijät, kilpaileva mikrobisto) sekä tutki-

36. Harmaaorvakan leviäminen puu- tavaraan

Kantokäsittelylaite levitti harmaaorvakkasuspensiota myös kaadetun rungon tyveen. Harmaaorvaka todettiin stereomikroskoopilla Tuusulan mäntykokeessa yli 80 %:sta (K-kanta 85 %, M-kanta 83 %) tyvikiekköjä. Pernajan kuusikokeessa harmaaorvakan tartuttamia tyvikiekköjä oli 31,3 % (K-kanta) ja 70,6 % (M-kanta).

musmenetelmien eroista. Myös kantojen koolla (pinta-alalla) on merkitystä.

Juurikäpä levisi harvennuksen jälkeen ilmaiteitse mähkön kantoihin Tuusulassa mutta ei Kerimäellä, vaikka tyvitervastauti on Kerimäen seudulla alueellisesti yleisempi kuin Tuusulassa (Laine 1976). Toisaalta Kerimäen metsikkö oli ennen harvennusta terve, kun taas Tuusulan metsikössä oli tyvitervastautia. Tuusulan metsikössä tartunta voi olla peräisin myös läheisestä kontortametsiköstä, josta on löydetty paljon juurikäävän itiöemiä (Laine, Lalli, Metsäntutkimuslaitos, suull.). Terveen kannon riski saada juurikäpärtartunta hakkuun jälkeen lienee sitä suurempi mitä lähempänä on itiöemiä.

Mäntykokeiden harmaaorvakkakäsittelyistä ei todettu juurikäpäätä. Tulos tukee harmaaorvakan tehokkuudesta mähkön kannoissa aiemmin esitettyjä tuloksia (Rishbeth 1963, Hodges 1964, Boyce 1966, Driver & Ginns 1969, Greig 1976, 1984, Ross ja Hodges 1981, Holdenrieder 1984, Jokinen 1984). Harmaaorvakan tartuttaminen mähkön kantoihin onnistui myös tässä tutkimuksessa vastaavasti kuin muissa tutkimuksissa (Rishbeth 1963, Greig 1976).

Kuusen kannoissa harmaaorvakkakäsittely eivät torjuneet juurikäpäätä. Saksassa Holdenrieder (1984) sai samansuuntaisia tuloksia. Tulos poikkeaa kuitenkin Suomessa aikaisemmin saaduista tuloksista, joiden mukaan harmaaorvakkakäsittely estää täysin kuusen kantojen juurikäpärtartunnan (Kallio 1971, Hallaksela 1978, Kallio & Hallaksela 1979). Kallion ja Hallakselan kokeissa harmaaorvakan kasvuunlähtö kannoissa onnistui huomattavasti paremmin kuin tässä tutkimuksessa todennäköisesti siksi, että

Kallio ja Hallaksela levittivät kannoille jopa 40-kertaisia itiömääriä (0,18–1,2 miljoonaa itiötä 30 cm²:lle kantopintaa) tähän tutkimukseen verrattuna.

Ureakäsittely ei tässä tutkimuksessa torjunut kantojen juurikäpätartuntaa. Eräissä muissa tutkimuksissa sen on kuitenkin todettu torjuvan tai ainakin vähentävän tartuntaa (Rishbeth 1959: mänty; Phillips & Greig 1970: sitkankuusi, mänty; Hallaksela & Nevalainen 1981: kuusi). Urealiuoksen arvioitu kulutus oli kahdeksankertainen englantilaiseen ohjeeseen verrattuna. Toisaalta harmaaorvakan runsas leviäminen puutavaraan viittasi siihen, ettei kaikki käsitteilyaine levinnyt kantoihin. Kantoihin levisi ureaa todennäköisesti todellisuudessa huomattavasti vähemmän kuin arvioitiin, jolloin liian pieni ureamäärä saattoi aiheuttaa torjunnan epäonnistumisen. Ureakäsittely vähensi tässä tutkimuksessa kantojen luontaista harmaaorvakkatartuntaa samoin kuin Rishbeth'in (1959) kokeissa aikaisemmin.

Tunnistettu kotelo- ja vaillinaissienilajisto koostui sienisuvuista ja -lajeista, joita on aiemmin eristetty yleisesti männystä (Käärik & Rennerfelt 1957, Meredith 1959, 1960, Petäistö (1978) ja kuusesta (Käärik & Rennerfelt 1957, Kallio & Hallaksela 1979, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980, Hallaksela 1984, Holdenrieder 1984).

Männyn kannoissa harmaaorvakan levitys onnistui hyvin moottorisahaan liitettyllä kantokäsittelylaitteella. Kuusella torjunnan epäonnistuminen saattoi johtui osittain laitteesta, koska

itiöseoksen leviäminen myös kannon ulkopuolelle vähensi kantopintojen saamaa itiömäärää. Itiöiden leviäminen kaadetun rungon tyveen on haitallista, jos puutavaraa varastoidaan pitkään, sillä harmaaorvakka tunnetaan tehokkaana hapupuutavaran lahottajana (Henningsson 1962, Eriksson & Strid 1969).

Käytännössä tehtäviä kantokäsittelyjä varten voidaan tämän tutkimuksen tulosten ja kirjallisuuden perusteella esittää seuraava yhteenveto:

Kantokäsittelyt tulee ensisijaisesti suunnata sellaisten alueiden terveisiin metsiköihin, joilla on paljon juurikäävän vaivaamia metsiä. Kesähakkuun kannot kannattaa käsitellä myös jo tartunnan saaneessa metsikössä, sillä vaikka käsittely ei paranna metsää, se vähentää uusien tautipesäkkeiden syntymistä ja itiöemiä tuottavien puiden määrää.

Jos kantokäsittely tehdään urealiuksella, levitysmenetelmän tulee olla sellainen, että kantopinta kastuu kunnolla ja tasaisesti. Liian pientä ureamäärästä on torjunnan kannalta enemmän haittaa kuin hyötyä.

Harmaaorvakkavalmistetta ei ole nykyisin myynnissä Suomessa. Kenttäkelpoinen valmiste olisi saatava nopeasti markkinoille, sillä harmaaorvakalla on monta etua urealiukseen verrattuna. Se vähentää tehokkaasti juurikäpätartuntaa männyn ja riittäviä itiömääriä käytettäessä myös kuusen kannoissa. Käsitellyssä selvittää pienemmällä vesimäärällä kuin ureakäsittelyssä eikä levitystasaisuus ole yhtä tärkeää kuin urealiuosta käytettäessä.

Kirjallisuus — References

- Boyce, J. S. 1966. Sporulation by *Peniophora gigantea* with reference to control of *Annosus* root rot. *Forest Science* 12: 2–7.
- Chemical control 1976. Pesticides and fertilisers used in forestry. *The Entopath News*, October 1976. s. 25–26.
- Driver, C. H. 1963. Further data on borax as a control of surface infection of slash pine stumps by *Fomes annosus*. *Plant Disease Reporter* 47: 569–571.
- & Ginns, J. H. Jr. 1969. Ecology of slash pine stumps: Fungal colonization and infection by *Fomes annosus*. *Forest Science* 15: 2–10.
- Ellis, M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew. 608 s.
- 1976. *More dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew. 507 s.
- Ericsson, M. 1989. Treating stumps with urea. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Results* 2. 4 s.
- Eriksson, J. & Strid, Å. 1969. Studies in the Aphyllophorales (Basidiomycetes) of the northern Finland. *Annales Universitatis Turku A, II:40*. (Rep. Kevo Subarctic Station 4): 112–158.
- Forestry Commission. 1970. *Fomes annosus*. A fungus causing butt rot, root rot and death of conifers. Leaflet 5. Her Majesty's Stationary Office. Swindon Press Ltd., Swindon. 10 s.
- Forestry Commission. 1976. Stump protection against *Fomes annosus*. Great Britain. Sample plot code. Toim. P.N. Edwards.
- Greig, B. J. W. 1976. Biological control of *Fomes annosus* by *Peniophora gigantea*. *European Journal of Forest Pathology* 6: 65–71.
- 1984. Management of East England pine plantations affected by *Heterobasidion annosum* root rot. *European Journal of Forest Pathology* 14: 392–397.
- Greig, B. J. W. & Pratt, J. E. 1976. Some observations on the longevity of *Fomes annosus* in conifer stumps.

- European Journal of Forest Pathology 6: 250–253.
- Hallaksela, A.-M. 1977. Kuusen kantojen mikrobilajisto. Summary: Microbial flora isolated from Norway spruce stumps. *Acta Forestalia Fennica* 158. 50 s.
- 1978. Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. -sienen biologinen torjunta. Helsingin yliopiston kasvipatologian laitos. Lisensiaattityö. 88 s.
- 1984. Causal agents of butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Seloste: Kuusen tyvilahon aiheuttajat Etelä-Suomessa*. *Silva Fennica* 18(3): 237–243.
- & Nevalainen, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusen kannoissa. Abstract: Control of root rot fungus (Heterobasidion annosum) by treating Norway spruce stumps with urea. *Folia Forestalia* 470. 10 s.
- Henningsson, B. 1962. Studies in fungal decomposition of pine, spruce, and birch pulpwood. Sammanfattning: Studier över rötsvampars nedbrytning av tall, gran- och björkmassaved. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52(3): 1–32.
- Hodges, C. S. 1964. The effect of competition by *Peniophora gigantea* on the growth of *Fomes annosus* in stumps and roots. *Phytopathology* 54: 623.
- 1970. Evaluation of stump treatment chemicals for control of *Fomes annosus*. Teoksessa: Proceeding of Third International Conference on *Fomes annosus*. United States Department of Agriculture. Washington. Forest Service. s. 42–53.
- Holdenrieder, O. 1984. Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung von Heterobasidion annosum an Fichte (*Picea abies*) mit antagonistischen Pilze. *European Journal of Forest Pathology* 94: 137–153.
- Holmsgaard, E., Holstener-Jørgensen H. & Yde-Andersen, A. 1961. Bodenbildung, Zuwachs und Gesundheitszustand von Fichtenbeständen der erster und zweiter Generation. 1. Nord-Seeland. Det forstlige Forsöksvaesen i Danmark 27. 167 s.
- Jokinen [Lipponen], 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 Forestalia* 607. 12 s.
- Kallio, T. 1965. Tutkimuksia maannousemasiienen leviämisenbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. Summary: Studies on the biology of distribution and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 78. 18 s.
- 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta Forestalia Fennica* 107. 55 s.
- Kallio, T. 1971. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhabiting fungi. *Seloste: Kuusen kantojen maannousemasieni-infektion estäminen muuttamia puussa kasvavia sieninä käytäen*. *Acta Forestalia Fennica* 117. 20 s.
- & Hallaksela, A.-M. 1979. Biological control of Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. (*Fomes annosus*) in Finland. *European Journal of Forest Pathology* 5: 298–308.
- & Tamminen, P. 1974. Decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Åland Island. *Seloste: Ahvenanmaan kuusen lahovikaisuus*. *Acta Forestalia Fennica* 138. 42 s.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of Heterobasidion annosum. *Seloste: Juurikäävän risteytymissuhteet*. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 94(4). 22 s.
- 1988. Juurikääpytyypit ja niiden esiintyminen. *Met-säntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 319: 6–8.
- Kuhlman, E. G. & Hendrix, F. F. Jr. 1964. Infection, growth rate, and competitive ability of *Fomes annosus* in inoculated *Pinus echinata* stumps. *Phytopathology* 54: 556–561.
- Käärik, A. & Rennerfelt, E. 1957. Investigations of the fungal flora of spruce and pine stumps. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47(7). 88 s.
- Laine, L. 1976. The occurrence of Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. in woody plants in Finland. *Seloste: Juurikäävän (Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.) esiintyminen puuvartisilla kasveilla Suomessa*. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 90(1). 52 s.
- Laitinen, J. & Takalo, S. 1978. Kantokäsittelylaitteiden varustettujen raivausahojen vertailu. Summary: Comparison of clearing saw equipped with stump spraying devices. *Folia Forestalia* 340. 16 s.
- 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. *Annals of Botany*, N. S. (London) 23: 455–476.
- 1960. Further observations on fungi inhabiting pine stumps. *Annals of Botany*, N. S. 24: 63–78.
- Metsänhoitosuosituksen. 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. Helsinki. 55 s.
- Nobles, M. 1948. Studies in forest pathology. VI. Identification of cultures of wood-rotting fungi. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 281–431.
- 1965. Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. *Canadian Journal of Botany* 43: 1097–1139.
- Parker, E. J. 1977. Viability tests for the biological control fungus *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass. *European Journal of Forest Pathology* 7: 251–253.
- Petäistö, R.-L. 1978. *Phlebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomeniemen ja Savitaipaleen kunnissa. Summary: *Phlebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale. *Folia Forestalia* 373. 9 s.
- Phillips, D. H. & Greig, B. J. W. 1970. Some chemicals to prevent stump colonization by *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Annals of Applied Botany* 66: 441–452.
- Piri, T., Korhonen, K. & Sairanen, A. 1990. Occurrence of Heterobasidion annosum in pure and mixed spruce stands in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5: 113–125.
- Rennerfelt, E. 1952. Om angrepp av rotröta på tall. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 4(9). 49 s.
- Rishbeth, J. 1948. *Fomes annosus* Fr. on pine in East Anglia. *Forestry* 22: 174–183.
- 1950. Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. I. The outbreaks of disease and ecological status of the fungus. *Annals of Botany* N. S. (London) 14: 365–383.
- 1951a. Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian conifer plantations II. Spore production, stump infection, and saprophytic activity in stumps. *Annals of Botany* N. S. (London) 15. 21 s.

- 1951b. Butt-rot by *Fomes annosus* Fr. in East Anglian conifer plantations and its relation to tree killing. *Forestry* 24: 114–120.
- 1959. Stump protection against *Fomes annosus*. II. Treatment with substances other than creosote. *Annals of Applied Biology* 47: 529–541.
- 1963. Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Peniophora gigantea*. *Annals of Applied Biology* 52: 63–77.
- 1970. The possibility of stump inoculation for conifers other than pines. Teoksessa: Proceedings of the Third International Conference on *Fomes annosus*. United States Department of Agriculture. Washington. Forest Service. s. 110–120.
- 1979. Modern aspects of biological control of *Fomes* and *Armillaria*. *European Journal of Forest Pathology* 9: 331–347.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1980. Microorganisms which invade *Picea abies* in seasonal stem wounds. *European Journal of Forest Pathology* 10: 396–410.
- Ross, E. W. & Hodges, C. S. Jr. 1981. Control of *Heterobasidion annosum* colonization in mechanically spearheaded slash pine stumps treated with *Peniophora gigantea*. USDA Forest Service Research Paper SE-229. Southeastern Forest Experiment Station. 3.
- Schönhar, S. 1977. Erprobung von Chemikalien zur Verhütung einer Infektion frischer Fichtenstöcke durch *Fomes annosus*. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 148: 181–182.
- Sinclair, W. A. 1964. Root- and butt-rot of conifers caused by *Fomes annosus* with special reference to inoculum dispersal and control of the disease in New York. Cornell University Agricultural Experiment Station, New York State College of Agriculture. Ithaca. Memoir 391. 54 s.
- Stalpers, J. A. 1978. Identification of wood-inhabiting Aphylllophorales in pure culture. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn. Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Science. *Studies in Mycology* 16. 248 s.
- Stenlid, J. 1989. Rotrötans spridningsvägar. Skogsfakta. Biologi och skoskötsel nr 61. 4 s.
- Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. Seloste: Kuusen tyvilahoisuus Etelä-Suomessa. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 127. 52 s.
- Webb, P. J. 1973. An alternative to chemical stump protection against *Fomes annosus* on pines in state and private forestry. *The Journal of the Royal Scottish Forestry Society* 27(1): 24–29.

Total of 61 references

Summary

Stump infection by *Heterobasidion annosum* and its control in stands at the first thinning stage

Air-borne infection by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and its control during the first thinning were examined in two Scots pine stands and one Norway spruce stand. The stands were located at Tuusula (pine stand) and Pernaja (spruce stand) in southern Finland and at Kerimäki (pine stand) in southeastern Finland. The pine stands were thinned in June and the spruce stand in August. Two strains of *Phlebiopsis gigantea* (Fr.:Fr.) Jülich, one of them isolated from a pine stump and the other from a spruce stump, and a 20 % aqueous solution of urea (46.2 % N) were used as the treatments. Water suspensions of *P. gigantea* and the urea solution were spread on the surface of the stumps during thinning using a stump-spraying device fitted to a chain-saw (Jobu LF 50). The *P. gigantea* suspensions contained 1000–2400 spreading units/ml.

The success of the treatments and the number of stumps infected by *H. annosum* were investigated by means of increment cores taken aseptically from the stumps. The samples were taken before the thinning work was started, and 3, 12 and 15 months after thinning. The samples were incubated on 1 % malt agar in Petri dishes in the laboratory for 2–4 weeks.

H. annosum, *P. gigantea* and some numerous isolated fungi were identified from pure cultures isolated from the samples. Results were calculated for the stumps and the increment cores. The increment cores results were used to characterize the intensity of infection in the stumps. A

total of 501 pine stumps and 278 spruce stumps were examined during the study period and 1584 core samples taken from the stumps.

H. annosum was already present prior to the first thinning in the pine stand at Tuusula and in the spruce stand at Pernaja, but not in the pine stand at Kerimäki. *H. annosum* infected 2 % of the untreated control stumps within 15 months at Tuusula and 4 % of those at Pernaja. *H. annosum* also spread to the treated stumps at Pernaja, this fungus was isolated from 9 % of the examined stumps. *H. annosum* did not spread to the pine stand at Kerimäki after the first thinning.

Both of the *P. gigantea* strains completely prevented *H. annosum* from infecting the pine stumps at Tuusula. The *P. gigantea* strain isolated from pine was more intensive in the pine stumps than the strain isolated from spruce.

The *P. gigantea* treatment did not prevent *H. annosum* from infecting the spruce stumps at Pernaja. This was probably due to unsuccessful infection by *P. gigantea*, because the fungus treatment did not increase the incidence of *P. gigantea* infection in the spruce stumps as compared to natural infection by *P. gigantea*. There was no difference in the intensity of infection in the spruce stumps between the strains of *P. gigantea*.

Treatment with urea did not prevent or even decrease *H. annosum* infection in the spruce or pine stumps. On the contrary treatment with urea decreased the incidence of

natural infection by *P. gigantea* and increased the numbers of other fungi primarily Ascomycotina and Deuteromycotina.

As regards other fungi *Leptographium lundbergii* was the most common fungus in the pine stumps. *Nectria fuckeliana* and *Verticillium procera* were isolated to some extent from the spruce stumps. *Ascocoryne* spp. were identified only in the spruce stumps treated with urea. *Trichoderma* sp. was common in both the spruce

and pine stumps. The number of other fungi increased as the stumps became older. They were isolated in greater numbers from the spruce stumps than from the pine stumps.

Application of *P. gigantea* was successful with the stump-spraying device. However, the apparatus also sprayed the *P. gigantea* suspension on the felled timber. The apparatus was not suitable for spreading of the urea solution.

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) 82 912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 5331 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 1381

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field 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:* PL 16
96301 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 1514 000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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



- No 761 Poikolainen, Jarmo: Hailuodon jäkäläkankaiden taimikot ja niiden hirvi-
tuhot.
Condition of sapling stands on the lichen heaths of Hailuoto and damage by
moose.
- No 762 Saarenmaa, Liisa: Viljelyketjun valinta asiantuntijajärjestelmän avulla
Lapissa.
Choice of reforestation method based on an expert system in Finnish
Lapland.
- No 763 Hotanen, Juha-Pekka & Nousiainen, Hannu: Metsä- ja suokasvillisuuden
numeerisen ryhmittelyn ja kasvupaikkatyyppien rinnastettavuus.
The parity between the numerical units and site types of forest and mire
vegetation.
- No 764 Hirvelä, Hannu & Hynynen, Jari: Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun,
latvavaurioihin ja tuulituhoalttiuteen Lapissa.
Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to wind-
throw of Scots pine stands in Lapland.
- No 765 Uotila, Esa & Peltola, Aarre: Hankinta- ja pystykaupan tulojen katelas-
kentamenetelmä.
A method for calculating residual incomes from delivery and standing sales
of timber.
- No 766 Selander, Jukka, Immonen, Auli & Raukko, Pekka: Luontaisen ja istutetun
männynntaimen kestävyys tukkimiehentäitä vastaan.
Resistance of naturally regenerated and nursery-raised Scots pine seed-
lings to the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae).
- No 767 Nurmi, Juha: Polttohakkeen varastointi suurissa aumoissa.
Longterm storage of fuel chips in large piles.
- 1991
- No 768 Saarsalmi, Anna, Palmgren, Kristina & Levula, Teuvo: Harmaalepän
vesojen biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö.
Biomass production and nutrient consumption of the sprouts of *Alnus
incana*.
- No 769 Silfverberg, Klaus & Issakainen, Jorma: Tuhkalannoituksen vaikutukset
metsämarjoihin.
Effects of ash fertilization on forest berries.
- No 770 Lipponen, Katriina: Juurikäävän kantotartunta ja sen torjunta ensi-
harvennusmetsiköissä.
Stump infection by *Heterobasidion annosum* and its control in stands at
the first thinning stage.
- No 771 Selander, Jukka & Immonen, Auli: Lannoituksen vaikutus männynntaimen
tuhonalttiuteen tukkimiehentäille.
Effect of fertilization on the susceptibility of Scots pine seedlings to the
large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae).