

## MAANNOUSEMASIENI YLEISMAAILMALLISENA ONGELMANA

KATSAUS UUSIMPAAN KIRJALLISUUTEEN

CHRISTEL PALMBERG.

### SUMMARY:

*FOMES ANNOSUS (Fr.) CKE. — A UNIVERSAL PROBLEM*  
*A review in recent literature*

Saapunut toimitukselle 10. 10. 1968

Tutkimuksessa tarkastellaan eri tutkimustulosten valossa maannousemasiienen (*Fomes annosus* (Fr.) Cke.) biologisia ominaisuuksia, sienen biologista ja maantieteellistä levinneisyyttä, sienen tuhojen aiheuttamia taloudellisia tappioita sekä eri maissa käytettyjä torjuntatoimenpiteitä. Tutkimuksen pohjana on käytetty etupäässä kasvipatologisten kongressien julkaisuja sekä FAO/IUFRO:n julkaisemia teoksia.

Maannousemasieni, *Fomes annosus* (Fr.) Cke, on ROBERT HARTIGIN klassillisesta tutkimuksesta asti vuonna 1874 todettu merkittäväksi metsäpuiden patogeeniksi. Tämä sieni esiintyy sekä loisena että saprofyyttinä ja aiheuttaa etupäässä havupuiden, mutta myös lehtipuiden runkojen tyviosassa ja juuristossa esiintyvän kuituisen, pehmeän maannousemalahon. Maannousemasieni on metsäpuiden tuhosienistä varteenotettavimpia, koska sen aiheuttamat vahingot ovat merkittävät hyvin monessa maassa ja koska sen jo nyt vakavat tuhot mitä todennäköisimmin tulevaisuudessa yhä suurenevät (ks. esim. MURRAY 1962 a).

### MAANNOUSEMASIENEN BIOLOGIASTA

Maannousemasiienellä on eräitä morfologisia ja fysiologisia ominaisuuksia, joita ei yleensä tavata korkeammilla kantasiienillä. Siienellä esiintyy kaksituomaisen (dikaryoottisen) rihmaston lisäksi sekä perfektiaste (*Fomes*-aste) että imperfektiaste (*Oedocephalum*-aste). Jokaisella näistä kolmesta on tietyissä olo-

suhteissa mahdollisuus levittää sientä (BEGA 1963). Perfektiasteella kehittyvät vaihtelevan muotoiset itiöemät syntyvät tavallisesti humuksen tai karikkekerroksen alle maannousemasiemen tappamien puiden juuriin tai sen saastuttamiin kantoihin (kuvat 1 ja 2). Itiöemä voi myös kehittyä puun tyvelle. Kantaitiöt, joita muodostuu suuria määriä itiöemässä, joutuvat tuulen ja veden kuljetettaviksi.

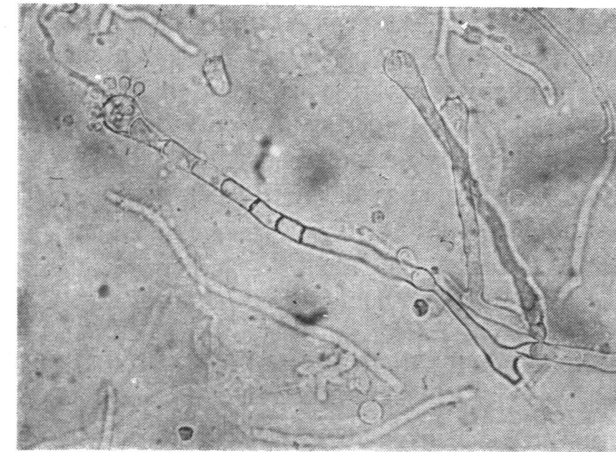


Kuva 1. *Fomes annosus*. *Fomes*-aste. Maannouseman itiöemiä kuusen kannossa. (Kuva Kasvipatologian laitoksen kuvakokoelmasta).

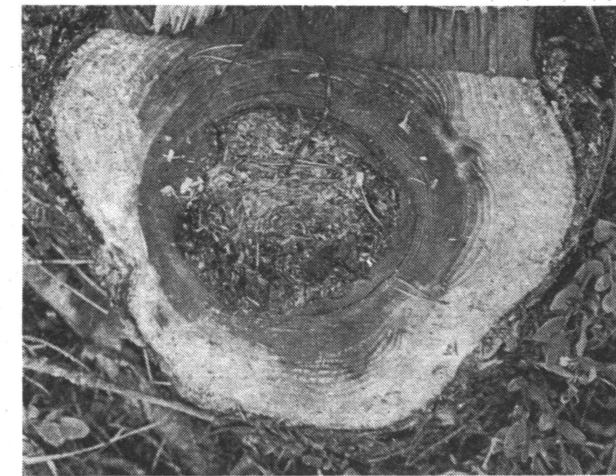


Kuva 2. Maannousemasiemen kääpiä vielä elossa olleen myrskyssä kaatuneen kuusen juurissa. IV. 1968. Kuv. L. Laine.

Tultuaan esim. kannossa tuoreen puunpinnan kanssa kosketukseen ne itävät ja kehittävät rihmaston, joka kasvaa juuristoon, missä sieni voi säilyä saprofyytisesti eläen vuosikausia. Juuriyhteyksien kautta sieni voi siirtyä toisen puun juureen, jossa rihmasto kasvaa kohti tyveä ja saastuttaa näin terveenkin puun (ZYCHA 1964 a). Itiön itäminen sekä rihmaston siirtyminen juuresta toiseen ovat riippuvaisia ennen kaikkea kilpailevien sienten läsnäolosta sekä ilman ja maan lämpö- ja kosteusoloista. Rihmaston kyvystä kasvaa muunlaisessa kuin steriilissä maassa ei ole täyttä selvyyttä. Sienen imperfektiasteella kehittyviä kuro-maitiöitä, joita herkästi muodostuu laboratorio-oloissa, tavataan vain harvoin luonnossa (kuva 3). Nämä itiöt leviävät mahdollisesti hyönteisten välityksellä



Kuva 3. *Fomes annosus*. *Oedocephalum*-aste. Maannouseman kuroumankannattamia kuro-mineen (kuromien koko  $5-8 \times 3.5-6 \mu$ ). (Kuva Kasvipatologian laitoksen kuvakokoelmasta).



Kuva 4. Maannousemasiemen lahottaman kuusen kantoleikkaus. Kuv. L. Laine.

(IUFRO, Sect. 24. 1962, p. 101). Kuromaitiöiden merkitystä sienien leviämässä ei ole kuitenkaan syytä aliarvioida, mm. siksi, että niitä on menestyksellisesti käytetty puiden saastuttamiseen kenttäkokeissa (BEGA 1963).

Sieni aiheuttaa puissa valkolahoa hajoittamalla puun ligniiniä; taudin loppuvaiheessa esiintyy myös ruskolahoa (kuva 4). Etupäässä puulajista riippuen muodostuu joko juuristolahoa, tyvilahoa tai runkolahoa. Suotuisissa olosuhteissa laho voi levitä puoli metriä vuodessa. Tietyissä tapauksissa sieni aiheuttaa puun nopean kuoleamisen, jolloin laho leviää jopa puolitoista metriä vuodessa (LOW & GLADMAN 1962 b). Rihmaston kasvun lämpötilaoptimi on 24.2°C, eräissä tapauksissa jopa 27.5°C, pH-optimina pidetään pH 4—5. Puiden saastumisvaara on kuitenkin suurin alkalisilla mailla, missä maannousemasiienen kasvua rajoittavien sienien (antagonistien) lukumäärä on pieni (GUNDERSEN 1962). Maannousemasieni pystyy muuttamaan ympäristönsä pH-arvoa kasvulleen suotuisaan suuntaan, alkuperäisestä happamuusasteesta riippuen joko emäksisemmäksi tai happammaksi. Sienellä on siis kaksi eri aineenvaihduntasysteemiä (ETHERIDGE 1955). Maannousemasieni pystyy elämään anaerobisesti, johon viittaa sen kyky elää loisena juurten ja runkojen sisällä, joissa hapenpaine etenkin kesäisin on hyvin alhainen (GUNDERSEN 1962).

#### MAANNOUSEMASIENEN JA SEN AIHEUTTAMIEN TUHOJEN LEVINNEISYYS

Maannousemasieni esiintyy ehdollisena loisena lukuisissa isäntäkasveissa, mikä viittaa sen miltei olemattomaan erikoistuneisuuteen. Niinpä SINCLAIR (1964) esittää 136 kasvilajia, joissa on todettu maannousemasiensaastutus. Tuhonaiheuttajana sieni esiintyy etupäässä havupuilla, varsinkin suvuissa *Abies*, *Chamaecyparis*, *Cedrus*, *Cryptomeria*, *Juniperus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Sequoia*, *Thuja* ja *Tsuga*. Myös monet lehtipuulajit saastuvat, mutta tuhot ovat näillä kuitenkin pienemmät kuin havupuilla. Merkittävimmät tuhot lehtipuilla on todettu suvuissa *Populus* ja *Quercus*; tuhoja ilmenee myös suvuissa *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Fraxinus* ja *Ulmus*. Maannousemasieni voi sitä paitsi saastuttaa varsin monet metsässä tavattavat varvut ja puolivarvut.

Maannousemasieni on yleisin ja tuhoisin lauhkeassa ilmastovyöhykkeessä. Tähän mennessä sen tuhot subtrooppisessa ja trooppisessa vyöhykkeessä ovat olleet ainoastaan satunnaisia (BEGA 1963). Esiintymisalueen laajuus eri maanosissa ja maissa osoittaa selvästi, että mitä kauemmin on harjoitettu aktiivista metsänhoitoa, sitä merkittävämmät ovat maannousemasiienen aiheuttamat tuhot. Tämän katsotaan johtuvan etupäässä puulajien viljelemisestä niiden luontaisen levinneisyysalueen ulkopuolella, tiheistä kasvustoista, hakkuiden aiheuttamasta mikrobiston tasapainon häiriintymisestä sekä kantojen kaatopintojen tarjoamista saastumisteistä (FOSTER 1964, SINCLAIR 1964).

Maannousemasiienen huomattavimmat tuhot esiintyvät Euroopassa. Iso-Britanniassa tavataan maannousemasientä kaikkialla, missä havupuita viljellään; suurimmat tuhot esiintyvät kuitenkin maan itäosissa. Tuhoja on eniten entisillä viljelysmailla, kuivilla kankailla ja soistuneilla alueilla, joita luonnehtivat epäsäännölliset kosteusolot. Tuho on sitä vakavampi mitä kauemmin alueella on viljelty havupuita. Etenkin mäntymetsissä maannousemasientä esiintyy ensimmäisen kiertoajan kuluessa huomattavasti vähemmän kuin seuraavissa puusukupolvissa (LOW & GLADMAN 1962 a). Sieni aiheuttaa Iso-Britanniassa sekä puiden kuolemista että vaurioitumista, juuristo- ja tyvilahoa. Puiden kuoleman sieni saa aikaan sikäläisten havaintojen mukaan mäntylajeilla joko n. 1.5 vuotta istutuksen jälkeen tai muutaman vuoden kuluttua ensimmäisestä harvennushakkuusta ((FORESTRY COMMISSION 1961). Juuri- ja tyvilahoa esiintyy useimmilla puulajeilla, männyillä kuitenkin eniten yli 80-vuotiaissa puissa. Pahimpien tuhojen kohteina ovat olleet lajit *Pinus contorta*, *P. nigra* ja *P. silvestris*. Kuusi (*Picea abies*) saastuu yleensä vasta taimistovaiheen jälkeen; tärkein viljelty *Picea*-laji, *P. sitchensis* on nuorena alttiimpi kuin *P. abies*. Kaikki viljeltyt lehtikuusilajit (*Larix europaea*, *L. leptolepis* ja *L. eurolepis*) ovat etenkin nuorina maannousemasienelle alttiita. Douglaskuusi saastuu ajoittain vakavasti tukkipuun mittaisena. Tauti ilmenee juuristolahona ja johtaa usein tuulenkaatoihin. Jopa 70 % juuristosta saattaa olla täysin tuhoutunut. Myös *Tsuga heterophylla* ja *Thuja plicata* on havaittu maannousemasienelle alttiiksi. *Abies*-lajeja pidetään suhteellisen taudinkestävinä, poikkeuksena *A. grandis* (LOW & GLADMAN 1962 b). Vähäsateisilla alueilla maannousemasientä tavataan usein myös suvuissa *Fagus* ja *Quercus* (FORESTRY COMMISSION 1961).

Saksassa, jossa noin puolet viljelymetsistä on kuusta (*Picea abies*, *P. sitchensis*), ovat kaikki näiden lajien viljelemiseen soveltuvat maat maannousemasiienen saastuttamia (ZYCHA 1962). Tuhot ovat erityisen suuria kalkkipitoisilla mailla, etenkin entisillä viljelysmailla (DIMITRI 1962). Tavallisella kuusella sieni aiheuttaa tyvilahoa, sitkankuusella tauti johtaa puun nopeaan kuolemaan, kuten myös männyillä. Pahimmat mäntyjen tuhoalueet sijaitsevat kuivilla kankailla; pH-arvolla ei näytä olevan merkitystä. Maannousemasieni saastuttaa Saksassa myös lehtikuusi- ja douglaskuusimetsiä (ZYCHA 1954).

Ranskassa on tuhoja todettu mm. vuoristoseuduilla, etenkin alkalisilla, tuoreilla mailla kasvavilla *Picea*-lajeilla (MOREAU & SCHAEFFER 1962). Keski-Ranskassa maannousemasieni tappaa hiekkamailla kasvavia mäntylajeja (*Pinus silvestris* ja *P. pinaster*; ZYCHA 1964 b).

Italiassa, Italian Alpeilla ja Apenniineilla maannousemasieni aiheuttaa tuhoja *Picea*-suvussa. Rannikkoseutujen alkalisilla mailla maannousemasientä esiintyy myös *Pinus pinaster*-lajilla. Pahimmin saastunut puulaji Italiassa on *Abies alba*, jota pidetään muualla taudinkestävänä lajina. Italiassa maannousemasieni tuhoaa 40—50 %, joskus jopa 90 % tämän lajin yksilöistä (BIRAGHI 1962).

Itä-Euroopassa maannousemasientä tavataan kirjallisuudesta saatavien tietojen mukaan Puolassa kuusi- ja mäntylajeilla. Puut saastuvat kaikenikäisinä, mänty on kuitenkin taudille alttiimpi kuin kuusi. Maannousemasientä tavataan eniten entisillä viljelysmailla. Tämän on katsottu johtuvan siitä, että entiset viljelysmaat rakenteensa puolesta sekä kemiallisesti että fysikaalisesti useimmiten suuresti poikkeavat metsämaasta sekä siitä, että eräät metsäpuille tärkeät mykorrhizasienet puuttuvat viljelysmailla. Mainitut tekijät aikaansaavat puiden heikentymisen, jota loissienet käyttävät hyväkseen (TWAROWSKA 1967).

Tšekkoslovakiassa maannousemasiemen tuhoja on tavattu *Picea*-suvussa (KALANDRA 1964).

Virossa *Fomes annosus* on hyvin yleinen laji lajeissa *Picea abies*, *Abies sibirica* ja *Abies balsamea*. Harvemmin saastuvat *Pinus silvestris*, *Larix*-lajit, *Juniperus communis* sekä *Betula verrucosa* (PARMASTO 1956).

Myös Latviasta on tietoja maannousemasiemen aiheuttamista tuhoista havupuissa. Sikäläiset tutkijat korostavat etenkin puun suuren pihkapitoisuuden merkitystä sienien leviämistä estävänä tekijänä (LINNARD 1965). — Tieteellisten julkaisujen rajoitettu saanti Itä-Euroopan maista vaikeuttaa suuresti maannousemasiemen biologisen ja maantieteellisen levinneisyyden selvittämistä näiden alueiden suhteen.

Maannousemasieni on vaarallinen metsän tuhosieni kaikissa Pohjoismaissa. Pahimmat tuhot esiintyvät Tanskassa, missä viljellään yli 200 000 ha:n alalla *Picea*- ja *Abies*-lajeja, ja missä harvennushakkuita on suoritettu säännöllisesti jo yli sadan vuoden aikana (JÖRGENSEN 1954). Korrelaatiota maannousemasienituhon ja harvennushakkuiden välillä ei kuitenkaan aina ole voitu osoittaa (YDE-ANDERSEN 1962). Tanskassa on todettu maannousemasiemenlelle alttiiksi 26 havupuu- ja 20 lehtipuulajia (BEGA 1963). Suurimmat tuhot esiintyvät kuusilla (*Picea abies*, *P. sitchensis*). Myös *Larix*- ja *Pseudotsuga*-lajeilla tuhot ovat olleet huomattavat; *Abies*-lajeja pidetään sitävastoin suhteellisen taudinkestävinä (YDE-ANDERSEN 1962). Ruotsissa maannousemasientä esiintyy Pohjois-Ruotsin sisäosia lukuunottamatta koko maassa. Tautia on todettu kanervakankailta aina lehtoihin asti (RENNERFELT 1954). Norrlannissa ja Keski-Ruotsissa tuhoja esiintyy etenkin kuusella, sekä jonkin verran männyn- taimilla; maan eteläosissa saastuvat myös tukkipuunmittaiset männyt, joilla tuho ilmenee juuristolahona ja puun kuolemisena (RATTSJÖ 1962). Pohjois-Norjassa maannousemasientä esiintyy etenkin kuusialueilla, Etelä-Norjassa sitä tavataan kaikilla mailla. Itä- ja Länsi-Norjan välisten ilmastollisten erojen katsotaan selittävän sen; että mänty saastuu ainoastaan Länsi-Norjassa (ROLL-HANSEN 1962). Suomessa on arvioitu n. 10 % Etelä-Suomen kuusista olevan saastuneita (KALLIO 1961). Maamme koko etelärannikko on melkein yhtenäisesti saastunut. Suomessa, kuten muissakin maissa, on maannousemasiemenlelle luonteenomaista laikuttainen esiintyminen. Taudin esiintymisen pohjoisrajasta ei ole täyttä varmuutta — varmoja tuhoja on todettu vielä Oulun tie-

noilla. Maannousemasiemen esiintymisrunsauden ei katsota riippuvan kasvupaikan viljavuudesta (PERTTULA 1960). Suurimmat vahingot esiintyvät kuusella, jolla maannousemasieni aiheuttaa juuristo- ja tyvilahoa. Mäntyä maannousemasieni tappaa sekä taimiasteella että tukkipuunmittaisena (kuva 5). Näitä tuhoja esiintyy Etelä-Suomessa etenkin Saimaan alueella. Myös koivuissa ja harmaalepässä on todettu maannousemasientä (LAINE 1964).



Kuva 5. Kuolleita ja kuolevia mäntyjä männyn tyvitervastautipesäkkeessä. Kuv. L. Laine.

Kanadassa on maannousemasientä todettu British Columbiassa, Ontariossa ja Nova Scotiassa. British Columbiassa sieni aiheuttaa tyvilahoa etupäässä hakkuukypsissä metsissä (BIER 1954). Tuhoja ilmenee lajeilla *Abies amabilis*, *A. grandis*, *Larix occidentalis*, *Picea glauca*, *P. sitchensis*, *Pinus contorta*, *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja plicata* ja *Tsuga heterophylla* (FOSTER 1962). Ontariossa on maannousemasientä todettu niillä kolmella Etelä-Ontarion alueella, jotka ovat tämän valtion vanhimpia metsänviljelykeskuksia. Tuhoja on havaittu lajeilla *Picea glauca*, *Pinus banksiana*, *P. resinosa*, *P. strobus* ja *P. silvestris* (JÖRGENSEN 1962 a). British Columbiassa tautia pidetään alkuperäisenä, Itä-Kanadaan sen uskotaan tulleen vuosisadan alussa Euroopasta tuotujen taimien mukana (JÖRGENSEN 1962 b).

Itä-Yhdysvalloissa on suuri osa metsämaasta jo kauan ollut saastunutta, mutta vasta viime vuosina ovat olosuhteet olleet laajempien tuhojen esiintymiselle suotuisat. Tauti on 1930-luvun laajoissa viljelymetsäkoissa suoritettujen harvennushakkuiden jälkeen levinnyt epidemian tavoin useissa valtioissa. Tuhoja esiintyy kaikilla mäntylajeilla (esim. *Pinus silvestris*, *P. banksiana*,

*P. elliottii*, *P. taeda*) sekä mm. lajeilla *Chamaecyparis thyoides*, *Juniperus virginiana*, *Larix europaea*, *Picea abies*, *P. rubens* ja *Pseudotsuga menziesii* (BOFCE 1954). Länsi-Yhdysvalloissa huomattavia tuhoja esiintyy *Pinus ponderosa*-lajeilla; laho saattaa nousta rungossa jopa 16 jalkaa. Erikoistapauksena mainittakoon eräässä geneettisessä puistossa Kaliforniassa tapahtunut katastrofi, jossa maannousemasieni tappoi 24 mäntylajia, kolme muunnosta ja yhden keinollisen risteytyksen (BEGA 1962).

Maannousemasientä on todettu myös Meksikossa, Kuubassa ja Jamaikassa. Etelä-Amerikassa sitä on havaittu Brasiliassa, Guatemalassa ja Hondurasissa (SINCLAIR 1964).

Aasiasta saatavat tiedot maannousemasiienen levinneisyydestä ovat hyvin rajoitetut. — Neuvostoliitossa siienen tuhoista esiintyy mainintoja kirjallisuudessa Siperian ja Uraalin alueilta (NEGRUCKIJ 1963). Tuhoja esiintyy lajeissa *Pinus silvestris*, *P. cembra* var. *sibirica*, *Picea jezoensis* ja *Larix Gmellinii* (SPAULDING 1961). LINNARDIN (1965) mukaan tärkeimmät saastuvat lajit ovat *Pinus silvestris* ja *P. cembra* var. *sibirica*. Maannousemasiienen tuhot ovat erityisen suuria ravinnerikkailla, kosteilla mailla. Tavallinen mänty saastuu kaikenikäisenä, sitä vastoin *seabra* on nuorena taudinkestävä. Myös *Juniperus sabina* on taudille altis.

Intiassa on todettu maannouseman tuhoja *Cedrus deodara*-lajeilla. BAGCHEE (1958, ks. ZYCHA 1962) esittää kyseessä olevan siienen toisen variantin tai rodun kuin Amerikassa ja Euroopassa, koska Intiassa esiintyvällä maannousemasiienellä tavataan rihmastojänteitä.

Japansissa Hokkaidolla on n. 50 % *Abies*-metsistä (etupäässä *A. sachalinensis*) ja noin 30 % *Picea*-metsistä (etupäässä *P. jezoensis*) pahasti maannousemasiienen saastuttamia. Tuhot ovat suurimmat 150—300 vuotiaissa luonnonmetsissä (YOKOTA 1962).

Australiassa maannousemasientä on todettu hyvin vähän. — Uudessa Seelannissa tuhoja esiintyy *Agathis australis*-lajeilla (CUNNINGHAM 1948).

Afrikassa suurimmat metsätalouden menetykset johtuvat sydänpuulahosta. Maannousemasieni on kuitenkin voitu tunnistaa ainoastaan Etelä-Afrikassa (BAKSHI 1964, GIBSON 1967).

#### MAANNOUSEMASIENEN AIHEUTTAMISTA TALOUDELLISISTA VAHINGOISTA

Eri maiden välistä taloudellisten menetysten vertailua on vaikeata suorittaa, koska laho-käsitettä ei ole standardisoitu, ja koska arvonmenetykseen vaikuttavien tekijöiden suhteellinen merkitys vaihtelee eri olosuhteissa.

Maannousemasieni aiheuttaa taloudellisesti suurimmat vahingot Englannissa, Saksassa ja Skandinaviassa. Pohjois-Amerikassa tuhot ovat ainakin toistaiseksi suhteellisesti pienemmät. — Juuristo- ja tyvilaho aikaansaavat n. 10 %

vuotuisen menetyksen kuusipuun tuotokselle Euroopassa; n.  $\frac{3}{4}$  tästä on maannousemasiienen aiheuttamaa (ZYCHA 1964 b). RENNERFELT (1957) on arvioinut maannousemasiienen aiheuttamien tuhojen osuuden lahottajasiienen tuhoista Ruotsissa 5—70 prosentiksi puulajista ja kasvupaikasta riippuen. Tuotonmenetykseksi hän arvioi 20—30 %, jonka lisäksi tulee kasvun menetyksestä johtuva tappio. PETRININ (1946) suoritetussa tutkimuksessa verrattiin Keski-Ruotsissa lahovikaisten kuusien kantohintaa terveen puun hintaan. Lahosta oli »suurin osa» *Fomes annosus*-siienen aiheuttamaa. Kantohinnan aleneminen oli keskimäärin 10 %. RATTSJÖ ja RENNERFELT (1955) ovat suorittaneet tutkimuksen neljällä kuusi-koelalla Värmlannissa. Avohakkuun jälkeen puut apteerattiin ensin lahovikaisuutta huomioimatta, ja tämän jälkeen toiseen kertaan ottaen huomioon voimassa olevat määräykset lahovikaisesta puutavarasta. Pahimmillaan lahon tuhot kohosivat 3 000 kruunuun hehtaarilta, joka on n. 30 % silloisesta kantohinnasta. Eri koelajoilla lahoppuun osuus kokonaiskuutiomäärästä vaihteli 7.3 ja 19.6 prosentin välillä. Lahosta oli 82 % *Fomes annosus*-siienen aiheuttamaa. Tutkimuksessa todettiin, että puun rahallinen arvonlasku on prosentteissa laskettuna suurempi kuin kuutiomäärän menetys (mainitussa tutkimuksessa olivat arvot 22.9 ja 14.6 %), johtuen siitä että sieni tuhoaa puun arvokkaimman osan, tyviosan. — Tanskassa, Keski-Jyllannissa suoritetussa tutkimuksessa oli puiden saastumisprosentti kolmessa tutkitussa kuusimetsikössä sama l. n. 36 %. Kun hehtaarin suuruiselle terveelle kuusimetsikölle bruttotuotoksi laskettiin 1050 kruunua (1957), oli tutkittujen metsiköiden tuottama voitto ainoastaan 780 kruunua. Samankaltaisten, eri puolilla Tanskaa suoritettujen tutkimusten perusteella on laskettu, että havupuutavaran arvonlaskusta koitua, maannousemasiienen aiheuttama tappio koko maan osalta on yli 5 miljoonaa kruunua vuodessa, ja siienen kokonaistuhot vähintään 8 miljoonaa kruunua (HOLMSGAARD 1957). — Norjassa vuotuinen menetys on arvioitu n. 4 prosentiksi kuusen tuotoksesta, eli n. 200 000 m<sup>3</sup>. — Saksassa lahoppuun osuus on vuosittain n. 1 miljoonaa m<sup>3</sup> (ZYCHA 1964 b). Arvonvähennykseksi on kuitenkin laskettu vain 14 %, koska lahoppuuta on pystytty käyttämään hyväksi (ZYCHA 1954). — Yhdysvalloissa on laskettu vuosittain n. 4 miljoonan j<sup>3</sup> lahoavan sahapuiksi kelpaamattomaksi yksinomaan *Pinus taeda* ja *Pinus elliottii*-metsissä; kaikkien puulajien osalta vastaava luku on kaksinkertainen. (DAVIDSON & BUCHANAN 1964).

#### MAANNOUSEMASIENEN TORJUNTAMAHDOLLISUUDET

Maannousemasientä on tutkittu jo lähes sata vuotta. Siitä huolimatta ei yleispätevää torjuntakeinoja tunneta. Torjunta on toistaiseksi etupäässä ennakkotorjuntaa. Tosin metsänhoidollisin toimenpitein pystytään jossain määrin pienentämään taudin tuhoja saastuneillakin alueilla.

Kantokäsittelyllä saadaan itiöiden välityksellä tapahtuvaa tartuntaa rajoitetuksi. Kokeita on tehty lähinnä *Pinus*-lajeilla, mutta myös *Picea*-, *Larix*- ja

*Pseudotsuga*-lajeilla. Kantokäsittelyn kustannukset ovat Englannissa n. 3 % nuoren männikön harvennushakkuista saaduista tuloista (RISHBETH 1967). Itä-Englannissa otettiin valtion metsissä vuonna 1952 käyttöön kantojen kreosottikäsittely taimistoissa, joissa saastumisvaara katsottiin suureksi. Tämä toimenpide perustui RISHBETHIN 1940-luvulla tekemiin tutkimuksiin kreosottikäsittelyn saastumista vähentävästä vaikutuksesta. Myöhemmin on kuitenkin todettu, ettei kreosootin estävä vaikutus ole täysin luotettava. Haittapuolena on myös aineen myrkyllisyys, joka estää maannousemasiemen antagonistien iskeytymisen kantoon. Kreosootilla käsitellyt kannot lahoavat hitaasti; toisaalta aineen antama suojavaikutus vähenee ajan kuluessa. Huolimattomasti levitetty, liian ohut kalvo sekä käsittelyn viivästyminen vähentävät voimakkaasti kreosootin tehokkuutta (RISHBETH 1962). Tanskassa, Suomessa ja Ruotsissa on kreosottikäsittelyllä saatu vaihtelevia tuloksia, Yhdysvalloissa tulokset ovat olleet jopa negatiivisia (ROSS 1967). Englannissa on kreosotti korvattu mm. natriumnitriitillä, jolta useimmat kreosootin haittapuolet puuttuvat (RISHBETH 1967). Myös Tanskassa on suositeltu tämän aineen käyttöä (YDE-ANDERSEN 1967). Ruotsissa myydään Fomesan-nimistä patentoitua valmistetta. Kantokäsittelyllä pyritään nykyään kaatopinnan selektiivisyyden muuttamiseen. Typpipitoiset aineet, joilla on saatu parhaat tulokset, suosivat mm. *Trichoderma viride*-sientä ja *Penicillium*-lajeja (GUNDERSEN 1967). Selektiivisyyttä muuttavien aineiden suurin etu on niiden kyky välillisesti estää maannousemasiemen kasvu myös aineen myrkyvaikutuksen hävittyä. Kannossa tai juurissa ennestään olevan infektion leviämistä ei sen sijaan kemiallisin ainein pystytä estämään (RISHBETH 1967).

Pyrittäessä biologisin torjuntamenetelmin torjumaan maannousemasientä suoritetaan mm. kantojen tartuttamista maannousemasiemen antagonisteilla. Kantojen infektoimiseen on käytetty etenkin *Peniophora gigantea*-sientä. Kanto käsitellään kaadon jälkeen suspensiolla, joka sisältää tämän sienin itiöitä. Englannissa on saatavissa vedettömiä tabletteja, joissa itiöiden määrä on vähintään  $1 \times 10^7$ . Yhdestä annoksesta tehty suspensio riittää n. sadan kannon käsittelyyn. Kanto voidaan infektoida myös sienin saastuttamalla puukiilalla. Sieni kehittää vuodessa suuren määrän itiöemiä, minkä seurauksena ilmassa olevien *Fomes annosus*- ja *Peniophora gigantea*-sienin itiöiden välinen suhde kehittyy viimeksi mainitun sienin hyväksi, joten sieni kykenee itse tehostamaan vaikutustaan. *Peniophora* on eräissä tapauksissa jopa hävittänyt maannousemasiemen jo saastuneesta juuristosta. Nykyään Englannissa käsitellään tällä sienellä kantoja vuosittain noin 21 000 ha:n suuruisella alueella. *Peniophoran* maannousemasiemen kehitystä estävää vaikutusta ei ole toistaiseksi voitu osoittaa muilla kuin *Pinus*-lajeilla. Etenkin *Picea*-suvun kohdalla olisi sopivan antagonistin löytäminen ensiarvoisen tärkeää (RISHBETH 1967).

Hakkuissa syntyvien itiösaastunnalle alttiiden kaatopintojen lisäksi myös harvennushakkuiden juuristoyhteyksiä lisäävä vaikutus edistää maannousemasiemen leviämistä (IUFRO, Sect. 24. 1962, p. 100). Tutkimukset, jotka koskevat

hakuajankohdan vaikutusta taudin leviämiseen, perustuvat itiötiheyden suuriin vuodenaajasta johtuviin vaihteluihin ja rihmaston kasvunopeuden riippuvuuteen ilman lämpötilasta. Tanskassa on suositeltu hakkuiden suorittamista talvella, koska itiötiheyden on todettu tänä vuodenaikana olevan pienimmillään (YDE-ANDERSEN 1967). Yhdysvalloissa on havaittu lämpötilan kannon pinnassa kesäisin ylittävän ja talvisin alittavan usean kuukauden aikana rihmaston kasvun aktiivisuusrajat (2° ja 32° C). Mainittuihin vuodenaikoihin rajoittuvien hakkuiden ei kuitenkaan katsota täydellisesti estävän saastumismahdollisuuksia (ROSS 1967). Myös Englannissa on suhtauduttu pidättyväisesti mahdollisuuteen rajoittaa taudin leviämistä hakkuajankohdan valinnalla, koska paikallista lämpötilan ja itiötiheyden vaihtelua pidetään liian suurena (FORESTRY COMMISSION 1961). Sitä vastoin on suositeltu männiköissä suoritettavien harvennushakkuiden siirtämistä mahdollisimman myöhäiseen ajankohtaan, koska *Pinus*-lajien taudinkestävyys lisääntyy iän mukana (RISHBETH 1962). Ruotsissa suositellaan kuusen harvennushakkuiden suorittamista mahdollisimman varhain, jolloin sydänpuuta on ehtinyt kehittyä vähän ja jolloin kantojen lahoaminen on nopeata (RATTSJÖ 1962).

Kulotuksen vaikutusta maannousemasiemenelle ei ole täysin selvitetty. Lown ja GLADMANIN (1962 b) mukaan kulotuksella ei ole sanottavaa vaikutusta taudin leviämiseen. RISHBETHIN (1962, p. 144) mukaan viitenä kulotusta seuraavana vuonna ei tapahdu mainittavaa kantojen infektoitumista, kymmenen vuoden kuluttua on kantojen infektoitumisprosentti etenkin alkalisilla mailla normaalia suurempi. Ranskassa katsotaan kulotuksen edistävän maannousemasiemen leviämistä, koska kulotus hävittää maannousemasiemen antagonistit (MOREAU & SCHAEFFER 1962). Suomessa suoritetuissa tutkimuksissa on havaittu kulotuksen estäneen kantojen infektoitumista (KANGAS 1940, KALLIO 1965).

Metsän tautien ja lannoituksen välisestä riippuvuudesta on toistaiseksi suhteellisen vähän kokemuksia (ks. esim. KURKELA 1965). Tiedetään kuitenkin, että esim. lannoituksen vaikutuksessa eri puuklooneihin on huomattavia eroja (DONAUBAUER 1967). Mineraaliravinteet vaikuttavat sekä puun että sienin morfologiaan ja fysiologiaan, mikä ilmenee mm. taudinkestävyyden tahti patogeenisuuden muutoksina. ZYCHA (1967) on osoittanut, että lisäämällä puiden vedentarvetta lannoitus saattaa etenkin kuivahkoilla mailla heikentää puiden fysiologista kuntoa ja täten samalla edistää maannousemasiemen leviämistä. Yhdysvalloissa suoritettujen tutkimusten mukaan typpilannoitus lisää maannousemasientä pienentämällä juurien C/N-suhdetta ja täten alentaen puiden vastustuskykyä (MILLER & KELMAN 1966). Myös muissa maissa on todettu typpilannoituksen ammonium- ja nitraattimuodossa annettuna lisäävän maannousemasiementuhoja; urean vaikutusta sitä vastoin ei toistaiseksi tunneta. KATO (1967) väittää kalkkipitoisten lannoitteiden lisäävän kantasientien esiintymistä, mutta toteaa samalla lannoituksen vaikutuksen riippuvan maaperästä, lannoitusajankohdasta ja lannoitteiden määrästä. KRAMER (1966) on puolestaan osoittanut vahvan kalkituksen lisäävän maannousemasiemen määrää nuorissa met-

sissä. Tanskassa suoritetuissa kokeissa kali- ja fosforilannoituksen saaneilla koealoilla esiintyi maannousemasientä 2—3 kertaa enemmän kuin vertauskoealoilla (PALUDAN 1966).

Vaikka maannousemasientä tavataan käytännöllisesti katsoen kaikilla puulajeilla, puulajien suhteellisessa taudinkestävyudessa on kuitenkin eroja. Eri puulajien, eri-ikäisten puuyksilöiden ja eri kasvupaikoilla kasvavien puiden vaihtelevan taudinkestävyuden on katsottu johtuvan etupäässä juurten, sydänpuun ja mantopuun vesipitoisuudessa ilmenevistä eroista (BIER 1962). Lajeilla, joilla tauti esiintyy sydänpuussa, on sydänpuun tyyppipitoisuudella katsottu olevan ratkaiseva merkitys sienien leviämisenelle (GUNDERSEN 1962). Myös puulajien erilaisten juuristosuhteiden on katsottu vaikuttavan taudinkestävyuteen (JØRGENSEN 1962 b). Lehtipuut ovat havupuita huomattavasti kestävämpiä, mutta taloudellisista syistä lehtimetsien perustamista saastuneille alueille pidetään usein ainoastaan hätäratkaisuna. Havupuista on *Abies*-lajeja pidetty taudinkestävimpinä. Useilla tämänkin suvun lajeilla (*Abies grandis*, *A. alba*, *A. sachalinensis*) esiintyy kuitenkin vakavia tuhoja. *Picea*- ja *Pinus*- sukuihin verrattuna ovat suvut *Larix* ja *Pseudotsuga* suhteellisen taudinkestäviä. Sekapuuston kasvattaminen lienee toistaiseksi ainoa käytännössä mahdollinen ratkaisu saastuneilla alueilla. Sekametsikössä syntyy vähemmän juuristoyhteyksiä, ja toisaalta tietyt puulajit voivat muuttaa kasvupaikkansa mikrobistoa sienelle epäsuotuisaan suuntaan (KATO 1967). MILLER ja KELMAN (1966) ovat osoittaneet maannousemasienen iskeytyvän helpommin vallittujen latvuserosten puihin, nimenomaan runkohaavojen kautta, ja taudin leviämisen vallitussa latvuseroksessa olevan hyvinkin nopeata. Voimakkaan rihmaston kehittyyään sieni voi helposti iskeytyä vallitsevaan latvuserrokseen.

Se seikka, ettei edes eri puulajien välillä esiinny kovin suuria eroja kestävyudessa maannousemasientä vastaan, näytti aluksi poistavan geneettisen valinnan mahdollisuudet melkein kokonaan. Tähänastisten kokemusten valossa näyttää kuitenkin taudinkestävien yksilöiden löytäminen mahdolliselta. *Picea*-lajeilla, joilla sieni esiintyy kuolleiden solukkojen lahottajana, taudinkestävyuden saavuttaminen viljelymenetelmin ei näytä yhtä lupaavalta kuin *Pinus*-lajeilla, joissa sieni esiintyy elävässä solukossa. *Pinus*-lajeilla ilmenevät iän mukaiset muutokset taudinkestävyudessa viittaavat siihen, että isäntäkasvin sisäiset fysiologiset vaihtelut vaikuttavat taudinaiheuttajaan. Tämä tarjoaa jaostukselle erinomaisen lähtökohdan. *Picea*-lajeilla saattaa sydänpuussa esiintyvien toksiinien muuttaminen risteytysten avulla tulla kysymykseen. Yhdysvalloissa on männyn jalostus maannouseman tuhoja silmällä pitäen ollut käynnissä jo useita vuosia. Valinnalla ja risteyttämisestä suorittamalla toivotaan saatavan aikaan taudinkestävästä siementä tuottavia siemenviljelyksiä, joista saatavalla viljelymateriaalilla voidaan uudistaa saastuneet alueet (DRIVER & GINNS 1966). Suurena vaikeutena jalostuksessa on se, että tiettyä tautia vastaan saavutettu kestävyys saattaa merkitä toisen taudin kestävyuden menettämistä. Lisäksi on vaikeutena taudinaiheuttajassa ilmenevä geneettinen muuntelu.

Etenkin viimeksi mainittu seikka saattaa tuottaa maannousemasienen kohdalla arvaamattomia vaikeuksia.

Viime aikoina on korostettu sitä, että puussa ilmenevä laho harvoin on yhden ainoan sienien aiheuttamaa; kuten muutkin kasvit myös sienet elävät sekakasvustoissa. Maannousemasientä, joka on helppo tunnistaa, syytetään ehkä liian usein tuhoaiheuttajaksi. Tulevaisuudessa tulisi kiinnittää huomio nimenomaan sieniyhdyskuntien tutkimiseen. Tutkimustyössä sekä tässä erityiskysymyksessä että maannousemasientä koskevissa selvityksissä yleensäkin olisi pyrittävä myös entistä suurempaan eri alojen tutkijoiden väliseen yhteistyöhön, jotta maannousemasienen biologian kaikkia puolia pystyttäisiin valaisemaan ja löytämään kyllin tehokkaita torjuntamenetelmiä eri olosuhteissa tapahtuvaa torjuntaa varten.

#### KIRJALLISUUSLUETTELO

- BAKSHI, B. K. 1964. Known and potential hazards from stem diseases — heart rots. FAO/IUFRO Symposium on internationally dangerous forest diseases and insects. Oxford, 20—29 July 1964. Documents, I.
- BEGA, R. V. 1962. Tree killing by *Fomes annosus* in a genetics arboretum. Plant Reporter, 46, p. 107—110.
- 1963. *Fomes annosus*. Symposium on root diseases of forest trees. Phytopathology, 53: 1120—1123. Oregon.
- BIER, J. E. 1954. Dying of White spruce in patches in Saskatchewan. Special conference on root- and butt-rot of forest trees by *Fomes annosus*. IUFRO, Sect. 24. Wageningen.
- 1962. *Fomes annosus* root rot in the Coastal region of British Columbia. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24, 1960. Firenze.
- BIRAGHI, R. 1962. *Fomes annosus* in Italy. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- BOYCE, J. S. 1954. Survey of experiments concerning root-rots in second growth conifer plantations in eastern parts of the USA. Special conference on root- and butt-rot of forest trees by *Fomes annosus*. IUFRO, Sect. 24. Wageningen.
- CUNNINGHAM, H. H. 1948. New Zealand Polyporaceae. 5. The genus *Fomitopsis* Department of Scientific and Industrial Research. Bulletin 76. 8 pp.
- DAVIDSON, A. G. & BUCHANAN, T. S. 1964. Disease impact on forest production in North America. FAO/IUFRO Symposium on internationally dangerous forest diseases and insects. Oxford, 20—29 July 1964. Documents, I.
- DIMITRI, L. 1962. Untersuchungen über Ausbreitung und Parasitismus vom *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Dissertation. — Veröffentlicht in Phytopathologische Zeitschrift 48 (1963), 349—369 und 49 (1963/1964), 41—60. Hann. Münden.
- DONAUER, R. 1967. Ernährung und Krankheitsbefall bei Forstpflanzen. XIV IUFRO-KONGRESS, München 1967, V, p. 400—408. München.
- DRIVER, C. H. & GINNS, J. H. 1966. A method of mass screening southern pines for resistant to root-rot induced by *Fomes annosus* (Fr.) Cke. — Breeding pest resistant trees. Pergamon Press. New York.
- ETHERIDGE, D. E. 1955. Comparative studies of North American and European cultures of the root rot fungus, *Fomes annosus* (Fr.) Cke. Can. J. Bot. 33, 416—428.
- FORESTRY COMMISSION. 1961. *Fomes annosus*. A fungus causing butt-rot and death of conifers. Leaflet 5. London.

- FOSTER, R. E. 1962. *Fomes annosus* in British Columbia. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- 1964. *Fomes annosus*. Known and potential hazards from root-rot. FAO/IUFRO Symposium on internationally dangerous forest diseases and insects. Oxford, 20–29 July 1964. Documents, I.
- GIBSON, I. A. S. 1967. The influence of disease factors on forest production in Africa. XIV IUFRO/Kongress, München 1967, V, p. 327–360. München.
- GUNDERSEN, K. 1962. The physiology of *Fomes annosus*. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- 1967. Nitrite as a nutrient for microfungi of the outer stem cortex of pine and spruce, and its toxicity to *Fomes annosus*. *Studia Forestalia Suecica* 43.
- HOLMSGAARD, E. 1957. Forsøg på en opgørelse over *Trametes*-skadornes økonomiske betydning. *Dansk skovforenings Tidsskrift*, 4, p. 237–244.
- IUFRO, Sect. 24. 1962. Conference and study tour on *Fomes annosus*. Scotland, June 1960. Firenze.
- JØRGENSEN, E. 1954. *Fomes annosus* attack in relation to thinning. Special conference on root- and butt-rots of forest diseases by *Fomes annosus*. IUFRO, Sect. 24. Wageningen.
- 1962 a. *Fomes annosus* (Fr.) Cke. in Canada, with particular reference to its occurrence in Ontario. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- 1962 b. *Fomes* root-rot investigation in Ontario. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- KALANDRA, S. A. 1964. Important and epidemical diseases of the main forest tree species in Czechoslovakia during the last forty years. FAO/IUFRO Symposium on internationally dangerous forest diseases and insects. Oxford, 20–29 July 1964. Documents, I.
- KALLIO, T. 1961. Missä on eniten maannousemaa? *Metsätal. Aikakausi*. 78, 145–147.
- 1965. Tutkimuksia maannousemasien leviämisbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 78.
- KANGAS, E. 1940. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. *Metsätal. Aikakausi*. 57, 10.
- KATO, F. 1967. Auftreten und Bedeutung des Wurzelschwammes (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) in Fichtenbeständen Niedersachsens. — H. Zycha & F. Kató: Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte. *Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen*, 39, p. 33–120. Frankfurt a.M.
- KRAMER, W. 1966. Kalkung und Rotfäule bei Fichte. *Aus dem Walde*, H. 12. Hannover.
- KURKELA, T. 1965. Metsälannoitus ja sienitaudit. *Metsätal. Aikakausi*. 82, 9.
- LAINE, L. 1964. Maannousemasien aiheuttamista tuhoista Saimaan ympäristön männiköissä. *Metsätal. Aikakausi*. 81, 8, p. 284–287.
- LINNARD, W. 1965. Recent Russian research on *Fomes annosus*. *Quarterly Journal of Forestry*, 59, p. 36–41. London.
- LOW, J. D. & GLADMAN, R. J. 1962 a. Butt-rot of conifers in Scotland. A brief account of its distribution and occurrence. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- 1962 b. Present-day research on *Fomes annosus* in Britain by the Forestry Commission. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- MILLER, T. & KELMAN, A. 1966. Growth of *Fomes annosus* in roots of suppressed and dominant loblolly pines. *Forest Science* 12: 225–233.
- MOREAU, R. & SCHAEFFER, R. 1962. *Fomes annosus* in the French Jura. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- MURRAY, J. S. 1962 a. International co-operation in research on *Fomes annosus*. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.

- MURRAY, J. S. 1962 b. *Fomes annosus*. Its importance in Britain. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- NEGRUCKIJ, S. F. 1963. Some features of the infection of *Pinus sibirica* by *Fomes annosus*. *Forestry Abstr.* 25:2.
- PALUDAN, F. 1966. Infektion og spredning af *Fomes annosus* i ung rødgran. *Det Forstlige Forsøgsvaesen i Danmark*, 30, p. 19–47.
- PARMASTO, E. 1956. Juurepessu (*Fomitopsis annosa*) biologiast. *Eesti NSV Teaduste Akadeemia. Toimetised. V. Bioloogiline Seeria*, 3, p. 256–261.
- PERTTULA, J. 1960. Tutkimus maannouseman esiintymisestä Pirkkalan kunnan alueella. *Metsänhoitotieteen pro gradu-kirjoitus*. Käsikirjoitus.
- PETRINI, S. 1946. Om granrötans inverkan på avverkningens rotvärde. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt*, 34, p. 327–340. Stockholm.
- RATTSJÖ, E. H. 1962. Some views on the root rot problem in Swedish forests. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- RATTSJÖ, E. H. & RENNERFELT, E. 1955. Värdeförlusten på virkesutbytet till följd av rotträta. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidsskrift*, 155/III.
- RATTSJÖ, E. H. & RENNERFELT, E. 1955. Värdeförlusten på virkesutbytet till följd av rotträta. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidsskrift*, 155/ III.
- RENNERFELT, E. 1954. Investigations on root rot problems in Sweden. Special conference on root- and butt-rots by *Fomes annosus*. IUFRO, Sect. 24. Wageningen.
- 1957. Untersuchungen über die Wurzelfäule auf Fichte und Kiefer in Schweden. *Phytopathologische Zeitschrift*. 28, 3.
- RISHBETH, J. 1962. Stump protection against *Fomes annosus*. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- 1967. Control measures against *Fomes annosus* in Great Britain. XIV IUFRO-Kongress, München 1967, V, p. 299–306. München.
- ROSS, E. W. 1967. Practical control of *Fomes annosus* in southern pines. XIV IUFRO-Kongress, München 1967, V, p. 321–324. München.
- ROLL-HANSEN, F. 1962. A Few words on *Fomes annosus* in Norway. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- SINCLAIR, W. A. 1964. Root- and butt-rot on 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, New York. Memoir 391. New York.
- SPAULDING, P. 1961. Foreign diseases of forest trees of the world. An annotated list. Washington D.C. 1961. U.S. Dept. of Agriculture. Forest Service. Agriculture handbook 197, 1961.
- TWAROWSKA, I. 1967. Untersuchungen zur Bekämpfung der Wurzelpilze in Polen. XIV IUFRO-Kongress, München 1967, V, p. 307–313. München.
- YDE-ANDERSEN, A. 1962. Observations on fungi causing root and heart rot in conifers in Denmark. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- 1967. Stump Protection in conifer stands. XIV IUFRO-Kongress, München 1967, V, p. 314–320. München.
- YOKOTA, S. 1962. Wood decay of *Abies sachalinensis* forests in the Tokyo University Forest, Hokkaido, IV. Inoculation experiments on living roots with *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. *Bulletin of the Tokyo University Forests*, 56, p. 333–348.
- ZYCHA, H. 1954. Root rot of forest trees in Germany. Special conference on root- and butt-rots of forest trees by *Fomes annosus*. IUFRO Sect. 24. Wageningen, July 22–26, 1954. Wageningen.
- 1962. Report on work on *Fomes annosus* at Hann. — Münden. Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.



- 1964 a. Stand unserer Kenntnisse von der *Fomes annosus*, Forstarchiv, 35, 1, p. 1—4. Hannover—Waldhausen.
- 1964 b. Report on forest disease situation in Europe, with emphasis on the impact on forest production. FAO/IUFRO Symposium on internationally dangerous forest diseases and insects. Oxford, 20—29 July 1964. Documents, I.

Lyhenteet: FAO — Food and Agriculture Organisation of the United Nations.  
IUFRO — International Union of Forestry Research Organisations.

**SUMMARY:**

**FOMES ANNOSUS (FR.) CKE. — A UNIVERSAL PROBLEM.  
A REVIEW IN RECENT LITERATURE.**

*Fomes annosus* (Fr.) Cke., a fungus causing death or considerable damage in living trees by causing decay, has proved highly adaptable to varying conditions. Thus, for instance the fungus is able to alter the pH-grade as well in alkaline as acid direction according to the original pH-grade of the surface. — The fungus is spread mainly by basidiospores or by the sterile mycelium, but also the conidiospores may contribute to the spread of the fungus, possibly by the help of insects (IUFRO, Sect. 24, 1962, p. 101).

*Fomes annosus* is spread throughout the temperate zone; in the tropical- and sub-tropical zone it is found only sporadically. The fungus attacks a large range of hosts. SINCLAIR (1964) mentions 136 species in which *Fomes annosus* has been found. It is occasionally found in hardwoods but is most disastrous in conifers. The fungus seems to be most common in places where silviculture is well-developed. This is probably due to the artificial methods used in silviculture and to the fact that trees are often grown outside their natural range. — *Fomes annosus* is found in all European countries, most disastrous it occurs on former agricultural land and in trees growing on alkaline soil. *Fomes annosus* is also largely spread in North America. In Asia the fungus is found in Russia, India and Japan. Its spread seems to be very limited in Australia. — There are also notes of the fungus from South Africa, Mexico, Cuba, Jamaica, Brazil, Guatemala and Honduras.

*Fomes annosus* causes considerable economic losses everywhere where it is found. As the losses depend greatly on the conditions of the country concerned it is most difficult to compare the losses in different countries. The economic losses are considered biggest in England, Germany and Scandinavia.

The research on *Fomes annosus* has already been going on for one hundred years. Never the less there is no safe way of protecting trees growing on infected sites. The only way to limit the damage seems to be the use of mixed stands. Stump-protection has proved to be rather an effective way to prevent the fungus to spread to uninfected sites. The formerly used Creosote has to a great extent been substituted by new chemicals such as Sodiumnitrite. The new chemicals act by altering the selectivity of the stump to a direction favourable

to antagonists to *Fomes annosus*, such as *Trichoderma viride* and *Penicillium sp.* — RISHBETH (1967) introduces a new method in which the stumps are artificially infected by the spores of *Peniophora gigantea* — a fungus which even in some cases has been able to eliminate *Fomes annosus* from already infected roots.

Timing of the cutting, burning and fertilizing have given varying results in different countries. — Although *Fomes annosus* is found in almost all tree species there is a difference in the relative resistance of different species. Among the conifers, which generally are considered more apt to infection than the hardwoods, the *Abies*-species (with the exception of *Abies grandis*, *A. alba* and *A. sachalinensis*) are considered comparatively resistant. The species of *Larix* and *Pseudotsuga* are more resistant than those of *Picea* and *Pinus*. — In recent years there has been a lot of research on the matter of breeding pest-resistant trees. There are already some most encouraging results in USA particularly in the research concerning pine.

Decay is seldom caused by one particular fungus, but is often due to the co-operation of different fungi. More time should be spent on the research of these mixed species, as *Fomes annosus* probably often is blamed to have caused the damage simply because it is easy to identify.

— More emphasis should also be put on international research in matters concerning the protection of new stands on sites already infected.