



Arja Lilja



Sakari Lilja



Timo Kurkela

Arja Lilja, Sakari Lilja ja Timo Kurkela

Sienitaudit metsäpuiden taimitarhoilla Suomessa

Lilja, A., Lilja, S. & Kurkela, T. 1998. Sienitaudit metsäpuiden taimitarhoilla Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 2/1998: 195–205.

Artikkeli on yhteenveto pääasiassa suomalaisista tutkimuksista, joita on tehty metsäpuiden taimitarhoilla tuhoja aiheuttavista sienitaudeista. Taudeista kerrotaan niiden oireet, tartuntatavat ja olosuhteet, joissa taimet altistuvat taudeille sekä mahdolliset torjuntatoimenpiteet.

Asiasanat: taimipolte, lahojuurisuus ja lahojuuritauti, harmaahome, versosurma, männynverso-ruoste, männynlumihome eli lumikariste, koivun versolaikkutauti, koivunruoste, koivun lehtilaikut

Yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa. Faksi (09) 857 2575, sähköposti arja.lilja@metla.fi

Hyväksytty 25.5.1998

1 Johdanto

Vuonna 1953 maassamme oli 176 taimitarhaa, jotka tuottivat n. 10 miljoonaa tainta, joista 59 % oli mäntyä ja 41 % kuusta (Yli-Vakkuri 1954). Kehittynyt taimitarhatekniikka, johon kuuluvat muovihuoneet, kastelu, lannoitus ja kasvuturpeen käyttö sekä painopisteen siirtyminen avojuuritaimista paakkutaimiin ovat lisänneet taimitarhojen

saantoja. Istutusten yleistymisen lisäksi taimituotantoa huomattavasti. Nykyisin pääosa taimista tuotetaan neljälläkymmenellä tarhalla. Vuonna 1996 metsänviljelyyn toimitettiin n. 155 miljoonaa tainta, joista suurin osa oli paakkutaimia. Paakkutaimien osuus oli männyllä 94,5 %, kuusella 80,7 % ja koivulla 78,9 %. Tuotetuista taimista oli 42 % mäntyä, 43,7 % kuusta, 10,8 % rauduskoivua, 1,4 % hieskoivua ja 2,1 % muita puulajeja. Vuonna 1996 metsien uudistusalan kokonaismäärä oli yli 172 000

hehtaaria, joista 49 % uudistettiin istuttaen (Metsätilastollinen... 1997).

Taimitarhaolosuhteet, joissa taimet kasvavat hyvin ja taimitiheydet ovat korkeat, suosivat myös taudinaiheuttajia (Landis 1984, 1989). Toisaalta monet abioottiset tekijät kuten halla, ahava, kuumuus tai liika kosteus voivat sellaisenaan vaurioittaa taimia tai altistaa ne kasvitaudeille.

2 Taimipolte ja juuristotaudit

2.1 Taimipolte

Taimipolte on sienitauti, joka ensimmäisenä uhkaa itäneitä siemeniä ja sirkkataimia. Perinteisesti tauti jaetaan maanalaiseen ja maanpäälliseen taimipolteeseen (Hartley 1921). Maanalaisen taimipolteen seurauksena on puutteellinen taimettuminen. Maanpäällisessä taimipolteessa sirkkavarsi kuroutuu maan pinnasta ja taimi kaatuu. Taimipoltesieniä ovat meillä monet siemen- tai maalevintäiset taudinaiheuttajat kuten *Pythium*-, *Phytophthora*-, *Rhizoctonia*-, *Fusarium*-, *Cylindrocarpon*- ja *Alternaria*-sukujen sienet sekä *Botrytis cinerea* Pers. ex Nocca & Balb. (Mikola 1953, Hanioja 1969, Lilja 1979, Lilja, Lilja ym. 1992, Lilja ym. 1995). Puhkarjun koeaseman taimitarhoissa 60-luvulla tehdyssä tutkimuksessa *F. oxysporum* Schlecht -sienikannat aiheuttivat taimipolteen kuusen ja männyn taimille (Hanioja 1969). Myöhemmissä testauksissa männyn siemeniltä eristetyistä sienistä maanpäällisen taimipolteen männynllä aiheuttivat *F. oxysporum* Schlecht f. sp. *pini* (Hartig) Snyder and Hansen sekä *F. avenaceum* (Corda, Fr.) Sacc. Taimipolteeseen kuoli enemmän taimia turpeessa, joka ennen patogeenin lisäystä oli höyrytetty kuin vastaavassa höyryttämättömässä alustassa (Lilja ym. 1995). Höyrytys ilmeisesti vähensi turpeessa elävien hyödyllisten mikrobien määrää (Tahvonen 1982). Hyvälaatuinen siemen, uusi turve kasvu-alustana ja puhtaat taimilaatikat sekä itämiselle riittävä lämpötila, ovat tekijöitä, jotka yhdessä varmistavat nopean ja tasaisen itämis- ja taimettumistuloksen ja torjuvat samalla taimipoltetta. Kemial-

lisena torjuntana voidaan käyttää siementen peitusta tiraamalla (Tirama 50) (Blomqvist ym. 1997).

2.2 Havupuiden lahojuurisuus ja lahojuuritauti

Lahojuurisuutta voivat aiheuttaa monet abioottiset tekijät. Juuret voivat kuolla pakkasen, hapenpuutteen ja muiden ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta. Maassa elävät sienet, bakteerit, hyönteiset ja sukkulamadot voivat yhdessä ja erikseen vahingoittaa juuristoa. Meilläkin taimitarhamaasta (Löytyniemi ja Sarakoski 1978) ja männyn taimien juurista on tavattu ankeroisia, joita on pidetty kasveille harmittomina, sillä ne syövät juurten pinnalla kasvavaa sienirihmastoja. Samalla ne kuitenkin rikkovat juurten pintaa niin, että monet sienilajit, jotka eivät pysty tunkeutumaan juureen ehjän pinnan kautta, pääsevät juuren sisään (Sutherland 1967). Ruotsissa tehdyissä kokeissa on myös osoitettu, että valonpuutteen tai veden vaivaamalla männyn taimilla *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholt., joka ei normaalisti ole vahingollinen, aiheuttaa lahojuurisuutta (Unestam ym. 1989).

Meillä ja muissa pohjoismaissa (Galaaen ja Venn 1979, Jalkanen 1985, Venn ym. 1986, Beyer-Ericson ym. 1991, Lilja, Lilja ym. 1992) on esiintynyt kuusen ja männyn paakkutaimilla lahojuuritautia, jonka oireita ovat verson kasvun taantuminen tai kuoleminen juuriston kehityksen pysähtymisen tai kuolemisen seurauksena. Kuusella esiintyy myös neulasten kellertymistä (Galaaen ja Venn 1979). Tautia esiintyy myös paljasjuurisilla taimilla, jolloin kylvötaimipenkeissä näkyy keskikesällä kuolleita taimia laikuittain. Koulituilla taimilla 'vanha' juuristo on saattanut kuolla miltei kokonaan, ja taimet ovat pysytelleet hengissä juurilla, joita on syntynyt lähelle maan pintaa (Lilja, Lilja ym. 1992). Juurten kuoleminen alkaa usein pääjuuresta ja paakkutaimilla on tyypillistä myös sivujuurien haarautumattomuus (Lilja, Hietala ym. 1996, Hietala 1995, 1997). Osa paakkutaimista kuolee ensimmäisenä kesänä, mutta suurin osa tartunnan saaneista taimista on hengissä seuraavana keväänä, jolloin niillä on myös normaalisti kehittynyt päätesilmu (Jalkanen 1985, Venn ym. 1986, Lilja, Lilja ym. 1992). Ensimmäinen Suomessa kirjattu havainto taudista on vuodelta 1985 (Jalkanen 1985).

Oireisten taimien laikuttainen esiintyminen tukee oletusta sienten aiheuttamasta taudista (Gallaen ja Venn 1979, Lilja, Lilja ym. 1992). Tähänastisessa tutkimuksessa on todettu, että yksitumainen *Rhizoctonia* ja lukuisat munasienet *Pythium*-suvusta sekä *Phytophthora undulata* (H. E. Petersen) M. W. Dick ovat sieniä, joita eristettiin vain sairaiden taimien juurista (Lilja, Lilja ym. 1992, Lilja 1994). Patogeenisin sieni oli yksitumainen *Rhizoctonia* sp., joka estää juurten normaalin kehityksen. Mikäli *Rhizoctonia* sp. tarttuu 2–6 viikon ikäisiin taimiin, taimet yleensä kuolevat (Lilja, Lilja ym. 1992). Vanhemmilla taimilla, joilla juuristo on laajempi, tartunta ei johda taimen menehtymiseen, vaikkakin sen kasvu taantuu juuriston kehityksen pysähtyessä (Lilja 1994, Hietala 1995, Lilja, Hietala ym. 1996, Hietala 1997). Monet *Pythium*-lajit aiheuttivat taimipoltteen kaltaisen taudin nuorille 2–6 viikon ikäisille taimille (Lilja, Lilja ym. 1992), mutta 12-viikon ikäisten kuusen ja männyn taimien juurten ja verson kasvu ei vähentynyt maassa, johon testattavia *Pythium*-lajeja tai *P. undulata* -sientä oli ympäröity (Lilja 1994).

Rhizoctonia-sukuun kuuluu lukuisia lajeja, joista monien on tiedetty aiheuttavan taimipoltetta tai juurilahoaa (Hietala ja Sen 1996). Lahojuuritautiin liittyvä laji on sikäli poikkeuksellinen, että sen rihmastoston solut ovat yksitumaisia (Hietala ym. 1994, Lilja, Hietala ym. 1996), kun ennestään tunnetuilla *Rhizoctonia*-sienillä solut ovat joko moni- tai kaksitumaisia (Sneh ym. 1991). Sieni on kantasieni, ja sen suvullinen aste kuuluu *Ceratobasidium*-sukuun (Hietala ym. 1994). DNA-testein on osoitettu, että sekä Norjasta juurilahoisista kuusen taimista eristetty että meillä kuusella ja männyllä esiintyvä yksitumainen *Rhizoctonia* muodostaa oman ryhmänsä, joka on sekä geneettisesti että taudinaiheuttamiskyvyltään hyvin yhtenäinen (Lilja, Hietala ym. 1996). Eri sieniyksilöiden samankaltaisuus saattaa olla osoitus siitä, että taudinaiheuttaja on levinnyt taimitarhalta toiselle ja mahdollisesti myös maasta toiseen (Lilja, Hietala ym. 1996).

Hietala (1997) on tutkimuksissaan osoittanut, että yksitumainen *Rhizoctonia* sp. tunkeutuu vain kasvuvaiheessa olevien juurien kärkiin. Samoin myös *Pythium*-suvun sienet tuhoavat vanhemmilla taimilla vain kasvavia juurten kärkiä (Hendrix ja Campbell 1968, 1973). Ei vielä tiedetä, tunkeutu-

vatko nämä sienet juuristoon samanaikaisesti vai onko juurilahotaudissa kyseessä yksitumaisen *Rhizoctonia* sp. -sienen ja munasienten vuorottelu. Voidaan kuitenkin olettaa, että yksitumaisen *Rhizoctonia* sp. -sienen vähentäessä juuriston määrää taimet eivät pysty käyttämään kaikkea vettä, jota niille kastelussa annetaan. Näin sairastuneiden taimien ympäristön vesipitoisuus nousee ja syntyy suotuisat olosuhteet *Pythium*- ja *Phytophthora*-sienille, jotka menestyvät vain märässä (Hendrix ja Campbell 1968, 1973).

Kasvatusolosuhteiden vaikutuksista taudin syntyyn tiedetään vasta vähän. Kastelua vähentämällä tautia ei voi välttää, sillä *Rhizoctonia*-sieni tartuttaa taimia sekä kuivissa että märissä olosuhteissa (Lilja ym. 1998). Kohokasvatus vähentää sienen mahdollisuutta tarttua kenttämaasta taimiin, muttei kuitenkaan anna varmaa suojaa taudilta (Venn ym. 1986). Yleinen taimitarhahygienia, johon kuuluu taimilaatikoiden ja alustojen huolellinen pesu, uuden kasvualustan käyttö ja sairaiden kasvien ja niiden kasvualustan hävitys, on yleispätevä keino juuristotautien torjunnassa. On kuitenkin huomattava, että yksitumainen *Rhizoctonia*-sieni muodostaa rihmastopakkoja, joiden avulla sieni säilyy hengissä pitkiäkin aikoja esim. kuivassa turpeessa, maassa tai kasvinjätteissä. Rihmastopakkojen tuhoamiseksi tarvitaan yli 80 °C:n lämpökäsittely (Iivonen ym. 1996). Kokeilluista mykorrhizasienistä mikään ei ole torjunut yksitumaista *Rhizoctonia*-sientä (Lilja, Hietala ym. 1992). Mykorrhitsojen muodostuminen juuriin kestää 2–3 kk (Lilja, Hietala ym. 1992) eli taudinaiheuttaja ennättää tarttua juuren kärkiin (Hietala 1997) ennen suojavaipan syntyä. Juurilahotaudin torjuntaa fungisideilla ei ole toistaiseksi selvitetty riittävästi.

3 Harmaahome

Harmaahomeen aiheuttaja on *Botrytis cinerea*, jonka suvullinen kehitysaste on kotelosieni *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. Sieni on yleinen kaikkialla luonnossa, ja metsäpuiden taimitarhoilla se vaivaa sekä havu- että lehtipuiden taimia. Sen tunnistaa harmaasta villavasta rihmastosta, tyypil-

lististä kuromankannattimista ja tummista kestoasteista, rihmastopahkoista, joita muodostuu kuolleisiin kasvinosiin. Harmaahome leviää tiheissä kasvustoissa (Lilja, S. 1980) ensin kasvien alaosiin, missä kosteus säilyy pitempään ja missä on valon puutetta (Zhang 1992). Tauti leviää tehokkaasti itiöiden ja rihmaston avulla kasvuston terveisiin osiin. Harmaahome viihtyy parhaiten kosteissa ja viileissä olosuhteissa (Zhang 1992). Sienen itiöt itävät jo +0 °C:n lämpötilassa. Rihmaston kasvulle paras lämpötila on +7...+20 °C (Zhang 1992). Tartunta onnistuu vasta, kun ilman suhteellinen kosteus on vähintään kolmen tunnin ajan 98 % tai sen yli (Zhang 1992). Harmaahomeen merkitys taudinaiheuttajana korostuu kasvukauden loppupuolella (Lilja, S. 1980). Sieni aiheuttaa koivun taimilla versolaikkuja (Lilja, Rikala ym. 1996, Lilja, Hantula ym. 1996).

Riittävä tuuletus, kasvustojen väljyys ja ylikaste-lun välttäminen ovat tärkeimpiä keinoja, joilla kasvustojen kosteutta voidaan yrittää vähentää ja harmaahomeen leviämistä hidastaa. Kuolleiden kasvien ja kasvinosien poisto vähentää tartuntalähteitä. Torjunta-aineista tiofanaattimetyyli (Topsin M) ja tolyylifluanidi (Euparen M) ovat tällä hetkellä käytettävissä harmaahomeen torjuntaan (Blomqvist ym. 1997).

4 Havupuiden verso- ja neulastaudit

4.1 Versosurma

Versosurman aiheuttaja on kotelosieni *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet var. *abietina*, josta käytetään suomalaista nimeä surmakka. Sienen elinkierto kestää 2–3 vuotta ja sieni leviää suvuttomien ja suvullisten itiöiden avulla. Suvuttomia itiöitä muodostuu infektiota seuraavana vuotena, suvullisten kotelomaljojen kehittyminen vie pitempään eli ainakin kaksi vuotta. Sienen pääisäntäkasveja ovat männyt, vaikka sienen suvullinen kehitysaste kuvattiin ensi kertaa kuolleista kuusen latvoista (Lagerberg 1913).

Surmakka jaetaan nykyisin useaan rotuun (Han-

tula ja Müller 1997, Müller ja Uotila 1997). Pohjoismaissa tavataan eurooppalaisesta rodusta kahta tyyppiä, A ja B (Uotila 1983) eli LTT ja STT (Hellgren ja Högborg 1995), joiden itiöiden koko poikkeaa toisistaan samoin kuin niiden infektiobiologia. A-tyyppi infektoi isoja puita ja niiden nuorimpia versoja (Uotila 1992, Hellgren 1995). B-tyypin tautia esiintyy pääosin nuorilla puilla, ja sille on tyypillistä korojen muodostus ja versojen kuoleminen alueilta, jotka ovat olleet lumen peitossa. Runsas, hitaasti sulava lumipeite lisää tautia (Hellgren ja Högborg 1995, Hellgren 1996). B-tyyppiin sairastuneisiin taimiin syntyy runsaasti suvullisia kotelomaljoja (Uotila 1992).

Sekä A- että B-tyypin infektio on mahdollinen taimitarhoilla (Uotila 1983). Kuitenkin kokeissa, joissa taimia saastutettiin A- ja B-tyypin sienillä, infektion onnistumisprosentti oli suurempi A-tyypin itiöitä käytettäessä (Uotila ja Terho 1994). Pahimmat versosurmatuhot ovat esiintyneet taimitarhoilla kylmien ja sateisten kasvukausien jälkeen (Petäistö ja Kurkela 1993, Petäistö 1994) eli olosuhteissa, jotka altistavat männiköt A-tyypin surmakalle (Nevalainen ja Uotila 1984, Uotila 1988).

Taimitarhalla sairastuneet taimet ovat tavallisesti vielä yleisväriltään vihreitä heti lumen sulamisen jälkeen. Sään lämmitessä neulasten väri muuttuu vihertävän harmaaksi ja neulasen tyvestä alkaen vähitellen ruskeaksi. Ensimmäisen vuoden taimilla värin haaleus ja silmun kuoleminen voivat jäädä ainoiksi oireiksi taudista. Neulasten nk. sateenvarjoasento, jossa lumen painamat neulaset jäävät alas-päin on tyypillinen toisen vuoden taimille (Kurkela 1967, Kurkela ja Lilja 1984). Sairaiden taimien neulaset ovat löyhemmässä kuin terveillä taimilla (Petäistö ja Repo 1988).

Sieni tunkeutuu taimiin ainakin silmusuomujen ja neulasparin tukisuomujen ilmarakojen kautta (Siepmann 1976, Patton ym. 1984). Sienen sisään-pääsyn mahdollistavat myös kuoreissa olevat haavat (Roll-Hansen 1964). Männyn taimien versosurma-alttius on keinosaastutuksissa todettu suurimmaksi kasvukauden alkupuolella (Petäistö 1994, Kaitera ym. 1997). Sieni ei kuitenkaan tunkeudu elävään solukkoon heti taimiin tartuttuaan, vaan sekä sienen itiöt että rihmasto voivat säilyä elävinä neulasten tai versojen pinnalla useita kuukausia (Barklund ja Unestam 1988). Yleensä vasta tai-

mien lepovaiheen aikana sienien rihmasto pääsee kasvamaan verson elävään solukkoon (Lang ja Schütt 1974, Siepmann 1976, Patton ym. 1984). Tämä selittää sen, että nykyisin käytössä oleva versosurman torjuntaohjelma toimii, vaikka sieni aloittaa itiötuotannon jo alkukesästä (Petäistö, suullinen tiedonanto). Torjunta aloitetaan heinäkuussa, ja sitä jatketaan syyskuun loppuun 2–3 viikon välein. Hyväksytyt torjunta-aineet ovat klorotaloniili (Bravo 500) ja propikonatsoli (Tilt 250 EC) (Blomqvist ym. 1997). Vaikka surmakka levinnee pääasiassa metsistä taimitarhoihin, sairastavat männyn taimet kannattaa mahdollisuuksien mukaan poistaa ja hävittää kasvustoista taimitarhalla.

4.2 Männynversoruoste

Männyn versoruoste saattaa olla pahoina versoruoste vuosina ongelma myös taimitarhoilla (Kurkela ja Lilja 1984). Tautia aiheuttava kantasieni, *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr., on isäntää vaihtava ruostesienilaji (Rostrup 1884). Sieni talvehtii maassa haavan lehdillä mustina talvi-itiöpesäkkeinä. Keväällä talvi-itiöt itävät sateen jälkeen tuottaen suvullisia kantaitiöitä, jotka leviävät tuulen mukana kasvuvaiheessa oleviin männyn versoihin. Lämpötila-alue, jossa kantaitiöitä muodostuu ja vapautuu, on hyvin väljä: se vaihtelee välillä +0...27 °C. Eniten itiöitä on ilmassa kuitenkin +15 ja +20 °C:n välillä (Kurkela 1973a,b). Sade on tärkeä paitsi kantaitiöiden muodostumiselle myös männyn versojen infektioiden onnistumiselle (Klingström 1963, Kurkela 1973a). Noin kahden viikon kuluttua tartunnasta verson pintaan syntyy keltainen helmi-itiöpesäke. Verso saattaa käyristyä helmi-itiöpesäkkeen kohdalta, mistä on seurauksena muotovikoja tai ankarassa saastunnassa taimen kuolema. Helmi-itiöpesäkkeessä muodostuvat keltaiset helmi-itiöt puolestaan lentävät tuulen mukana haavan lehdille, missä syntyy kesäitiöpesäkkeitä, jotka muuttuvat myöhemmin talvi-itiöpesäkkeiksi. Helmi-itiöt ja kesäitiöt leviävät pääosin kuivalla säällä (Kurkela 1973a) ja tarttuvat haavan lehtiä. Haapojen poisto taimitarhojen läheisyydestä vähentää taimien riskiä saada versoruostetartunta. Triadimefoni (Bayleton 25) on tehokas tämän ruostesienen torjunnassa (Blomqvist ym. 1997).

4.3 Männynkariste

Männynkaristeen aiheuttaa kotelosieniin kuuluva *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar. Aikaisemmin taudin aiheuttajaksi nimettiin *L. pinastri* (Schard. Ex Hook) Chev., mutta myöhemmin tämän suvun lajeja on tutkittu tarkemmin ja *L. pinastri* -nimi on rajattu lajiin, joka elää heikentyneillä tai kuolleilla männyn neulasilla (Minter ym. 1978). Molempien sienien suvulliset itiöemät kehittyvät maahan varisseyssä männyn neulasissa syyskesällä ja syksyllä. *L. seditiosum* -sienellä itiöemät ovat nauhamaisesti kiinni toisissaan. Neulasista puuttuvat myös mustat poikkivyöt, jotka ovat tyyppillisiä *L. pinastri* -sienen tartuttamille neulasille. *L. pinastri* -sienen itiöemät ovat lisäksi irrallaan toisistaan (Kurkela 1979).

L. seditiosum -sienen koteloiotit leviävät sateisella säällä syyskesällä. Tartunnan ensioireena neulasiin ilmestyy syksyllä pieniä keltaisia laikkuja, mutta usein tartunta havaitaan vasta keväällä. Kevään kuluessa neulaset muuttuvat vähitellen ruskeiksi, mutta toisinaan, kun taimia on nostettu heti lumen sulamisen jälkeen, on oireiden kehittyminen ollut vielä osittain kesken ja sairaita taimia on päässyt metsään. Sairastuneet taimet eivät kuitenkaan menesty istutusaloilla, vaikka osa neulasista olisi vielä istutettaessa terveitä (Lilja, S. 1986). Ilman korkea suhteellinen kosteus ja lämmin syyskesä lisäävät tautiriskiä (Kurkela 1979). *L. seditiosum* -sientä ei esiinny Pohjois-Suomessa (Jalkanen, suullinen tiedonanto). Männynkariste kuuluu ensimmäisiin metsätaimien sienitauteihin, joita torjuttiin fungisideilla Suomessa (Jamalainen 1956a). Nykyisin torjuntaan on hyväksytty manebi (Maneba) ja klorotaloniili (Bravo 500) (Blomqvist ym. 1997). Ruotsissa männynkariste on ollut viime vuosina ongelma varsinkin maan eteläosissa sen jälkeen, kun manebin käyttö Ruotsissa kiellettiin (Stenström 1996). Kokeissa korvaavana aineena on ollut fluazinami (Shirlan), jolla on saatu hyviä tuloksia (Stenström ja Ihrmark 1996).

4.4 Männynvalvihome

Männynvalvihomeen eli lumikaristeen aiheuttaja *Phacidium infestans* P. Karst. on kotelosieni, jonka

aiheuttamat tuhot ovat yleisiä etenkin maan keskija pohjoisosissa, ellei kasvustoja suojata syksyllä torjunta-aineruiskutuksin. Sieni tartuttaa taimet syksyllä, mutta taudin oireet tulevat näkyviin vasta seuraavana keväänä. Sienen itiöemät syntyvät edellisen syksyn ja talven aikana tartunnan saaneissa neulasissa, joista vapautuvat koteloiitit tartuttavat terveitä neulasia ja taimia syksyllä aina lumen tuloon asti (Björkman 1948). Mikäli lumipeite ei jää pysyväksi sieni pystyy aloittamaan itiötuotannon uudestaan, jos lämpötila kohoaa nolnaan (Kurkela 1995a, 1996). Sienen elintoiminnot vilkastuvat lumipeitteen alla niinkin alhaisessa lämpötilassa kuin $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Vuorinen ja Kurkela 1993). Sienen rihmasto on vaalean harmaata, mutta se häviää neulasten pinnalta nopeasti lumen sulamisen jälkeen. Onnistunut tartunta näkyy keväällä taimikentillä ruskeina selvärajausina laikkuina. Laikkuissa olevien taimien väri muuttuu kuitenkin kesäkuun alkuun mennessä harmaaksi. Männynlumihometta voidaan torjua kemiallisesti, ja käsittelyt propikonatsolilla (Tilt 250 E) tai klorotaloniililla (Bravo 500) olisi tehtävä juuri ennen pysyvän lumipeitteen tuloa (Lilja, S. 1996). Tautiriskiä voidaan alentaa poistamalla tartuntalähteet lähialueen luonnon taimikoista.

4.5 Kuusentalvihome

Kuusentalvihomeen aiheuttaja on kotelosieni *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb. Suomessa tätä sientä esiintyy ainoastaan pohjoisessa Kainuusta kuusen pohjoisrajalle saakka, jossa se saattaa aiheuttaa tuhoja myös taimitarhoilla (Kurkela 1994). Sienen suvulliset itiöemät kehittyvät neulasissa pinnan alla ja tuskin erottuvat ympäristöstään mikäli neulanen on kuiva. Itiöemän kypsyttyä syksyllä neulasen pinta repeytyy ja koteloiitit leviävät ilmaan. Itiötuotanto jatkuu yleensä lumentuloon saakka (Kurkela 1994). Taudin tartunta tapahtuu vasta lumen alla, jossa tauti leviää taimista toiseen tosin huomattavasti hitaammin kuin männynthalvihomeessa. Talvituhosienien torjuntaan on tällä hetkellä hyväksytty propikonatsoli (Tilt 250 E) (Blomqvist ym. 1997).

4.6 Mustalumihome

Mustalumihometta aiheuttava kotelosieni *Herpotrichia juniperi* (Duby) Petrak saattaa esiintyä meillä talvituhosieninä kuusella. Jamalainen (1956b, 1961) on aikanaan tutkinut tämän sienen kemiallista torjuntaa taimitarhoissa. Sienen itiöemät kehittyvät neulasissa ja koteloiitit leviävät syksyllä. Taudin tartunta tapahtuu lumen alla, jossa sieni leviää rihmastona. Lumen sulettua keväällä sairastuneiden taimien neulasen peitossa. Talvituhosieninä esiintyvää mustalumihometta voidaan torjua propikonatsolilla (Tilt 250 E) (Blomqvist ym. 1997).

5 Koivun verso- ja lehtitaudit

5.1 Koivun versolaikku

Koivun versolaikku on ollut yksi pahimpia koivun kasvatuksen ongelmia niin taimitarhalla kuin maastossa. Laikkuja esiintyy sekä raudus- että hieskoivuilla. Versolaikkuja aiheuttavia sieniä ovat mm. *Godronia multisporea* Groves ja useat taimipolteen aiheuttajina tunnetut sienet kuten *Fusarium*- ja *Alternaria*-lajit sekä harmaahomeen aiheuttaja *B. cinerea* (Kurkela 1974, Petäistö 1983, Lilja ja Hieta 1994). Toisinaan *Marssonina betulae* (Lib.) Sacc. ja *Phomopsis* sp. saattavat kasvaa poikkeuksellisesti puutumattomissa versonosissa aiheuttaen versolaikkuja (Lilja, Hantula ym. 1996). Istutusaloilla myös myyrien ja hyönteisten vioitukset lisäävät taimien sienitautiriskiä (Annala 1979, Juutinen ym. 1976, Henttonen ym. 1994).

Kesällä 1991 Metsäntutkimuslaitokselle tuli kolmelta eri taimitarhalla ensimmäiset verso- ja tyvilaukkuiset näytetaimet, joista laikun kohdalta eristettiin *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) Schroet -sieni (Lilja, Rikala ym. 1996). Kesällä 1995 myös tervalepän tyvilaukuista saatiin eristettyä *P. cactorum* (Hantula ym. 1997). Tämä munasieni tunnetaan Suomessa ennestään mansikan tyvi- ja nahkamädän aiheuttajana (Parikka 1990). *P. cactorum* -sienen aiheuttamat tummat, kuolleen kuori-

solukon muodostamat laikut ovat puilla tyypillisesti verson alaosassa, ja usein laikkuja on aivan maan rajassa (Lilja ja Hietala 1994). Koivun taimilla, jotka ovat olleet alttiita roiskevedelle, laikkuja saattaa syntyä myös verson yläosaan ja lehtiin. Laajalle levinneet laikut löytyvät kasvustosta helposti, sillä tauti ilmenee taimien eriasteisena nuutumisenä. Sairastuneiden taimien lehdet kellastuvat syksyllä aikaisemmin kuin terveiden taimien lehdet. *Phytophthora*-lajeilla parveiluitiöt, jotka uivat vedessä, tartuttavat uusia kasveja. Amerikkalaisten tutkimusten (Grove ym. 1985, Reynolds ym. 1988) mukaan *P. cactorum* -sienen kasvulle ja infektiolle optimilämpötila on +20 °C. Se tartuttaa mansikan epähedelmät 80-prosenttisesti +15...+25 °C:n lämpötiloissa ja 65-prosenttisesti +13 °C:ssa, kunhan kasvin pinnoilla on vettä vähintään kahden tunnin ajan (Grove ym. 1985, Reynolds ym. 1988). Suomessa koivulta eristetyt *P. cactorum* -kannat kasvavat parhaiten +21 °C:n lämpötilassa ja vielä jonkin verran +4 °C:ssa. Kotimaiset mansikalta eristetyt kannat eivät enää kasva näin alhaisessa lämpötilassa, ja useiden mansikalta eristettyjen kantojen optimilämpötila kasvulle on +30 °C (Hantula ym. 1997).

Versolaikkujen torjunnassa kasvustojen väljentäminen on tärkeää. Nykyään pyritäänkin koivun kasvatuksessa välttämään tiheitä kasvustoja, jolloin niiden kuivuminen nopeutuu kastelun ja saateen jälkeen. Kennoissa kasvavat koivun taimet tarvitsevat kuitenkin kastelua, sillä nopeasti kasvavilla taimilla juuripaakun koko on keskikesän jälkeen pieni haihduttavaan lehtimassaan verrattuna. Kun paakkutaimet pudottavat alalehtiään kesken kasvukautta, syntyneet lehtiarvet ovat hyvä sisäänmenotie laikkuja aiheuttaville sienille. Kasvatustiheyden säätelyllä, taimilaatikoiden huolellisella pesulla, laatikoiden alla olevan maan puhdistuksella ja kasvatustaikaa vaihdolla on taimien versolaikkuisuutta pystytty vähentämään. Tutkimuksiin perustuvia suosituksia fungisidien mahdollisesta käytöstä versolaikkujen torjunnassa ei toistaiseksi ole käytössä.

5.2 Koivunruoste

Koivunruosteen aiheuttaja on kantasieniin kuuluva ruostesieni, *Melampsorium betulinum* (Fr.) Kleb.,

joka on isäntäkasvia vaihtava laji. Sienen kesäitiöpesäkkeet näkyvät koivun lehtien alapinnoilla keuhkaisena 'ruosteena'. Ensimmäiset pesäkkeet voivat syntyä lehdille jo heti juhannuksen jälkeen, mutta taudin alkua vaihtelee kesästä toiseen säistä riippuen. Myös sienen talvi-itiöt syntyvät myöhemmin kasvukauden lopulla koivun lehtien alapinnoille. Keväällä talvi-itiöiden itäessä syntyy suvullisia kantaitiöitä. Sieni voi siirtyä kantaitiöinä lehtikuuselle, jossa sen helmi-itiöaste kehittyy (Klebahn 1904). Meillä tehdyissä kokeissa lehtikuusen saastutus ei ole kuitenkaan onnistunut (Liro 1906, Poteri, suullinen tiedonanto). Toisaalta tiedetään, että sieni voi talvehtia koivun versoissa ja silmuissa kesäitiöasteen rihmastona (Liro 1906), joten sieni pystyy infektoimaan koivuja vuodesta toiseen ilman isäntäkasvilajin vaihtoa. Sienestä esiintyy kahta muotoa, joista toinen, hieskoivulta peräisin oleva, pystyy tartuttamaan sekä hies- että rauduskoivua. Raudukselta peräisin oleva ruoste puolestaan tartuttaa pääasiassa rauduskoivua (Poteri 1992). Hieskoivu pystyy torjumaan rauduskoivun ruostetta siten, että tartunta johtaa solukon nopeaan kuolemaan, jolloin uusia itiöpesäkkeitä ei pääse syntymään (Poteri 1992, Poteri ja Ryyänen 1994).

Useimmiten ruoste kellastuttaa koivun lehdet ennen aikojaan vähentäen näin kasvua taimitarhalla. Se heikentää sekä verson että juuriston kehitystä lisäten talvehtimisriskejä. Istutuksen jälkeen ruosteisten taimien kuolleisuus on suurempi kuin ruosteettomien (Lilja, S. 1973). Taimitarhoilla sientä torjutaan vuosittain triadimefoniruiskutuksilla (Bayleton 25) (Blomqvist ym. 1997).

5.3 Koivun lehtilaikut

Kesän kuluessa koivun lehtiin saattaa kehittyä erilaisia lehtilaikkuja. Sekä taimitarhoissa että metsässä esiintyviä lehtilaikkuja aiheuttavat mm. kotelosieniin kuuluvat *Taphrina betulae* (Fkl.) Johanson ja *Pyrenopeziza betulicola* Fuckel, jonka suvuton kehityaste tunnetaan nimellä *Discula betulina* (Westend.) v.Arx. (Kurkela 1994). Edelleen lehtilaikkuja aiheuttavat suvuttomasti lisääntyvät *Phomopsis* sp. ja *Marssonina betulae* (Kurkela 1995b). Näistä viimeksi mainittu on melko harvoin esiintyvä, mutta sen tartunta voi olla sekä taimissa että

vanhemmissa koivuissa runsasta. Pahimmillaan lehtilaikut aiheuttavat syyskesällä lehtien ennenaikaisen varisemisen, mutta ne eivät näytä heikentävän koivuja.

Kirjallisuus

- Annala, E. 1979. Lehtikärsäkkäiden (*Phyllobius*, Coleoptera: Curculionidea) aiheuttamat tuhot pelloille istutetuissa koivuntaimikoissa. Summary: Damage by *Phyllobius* weevils (Coleoptera: Curculionidea) in birch plantations. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 97(3): 1–20.
- Barklund, P. & Unestam, T. 1988. Infection experiments with *Gremmeniella abietina* on seedlings of Norway spruce and Scots pine. *European Journal of Forest Pathology* 18: 409–420.
- Beyer-Ericson, L., Damm, E. & Unestam, T. 1991. An overview of root dieback and its causes in Swedish forest nurseries. *European Journal of Forest Pathology* 21: 439–443.
- Björkman, E. 1948. Studier över snöskyttesvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder for snöskyttets bekämpande. *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 37(2). 136 s.
- Blomqvist, H., Hirvonen, L., Hynninen, E.-L., Ohraho, P., Vainio, H. & Vanhanen, R. 1997. Torjunta-aineet 1996. Luettelo rekisterissä olevista torjunta-aineista ja niiden käyttöä koskevista ehdoista. Kasvintuotannon tarkastuskeskus, KTTK, Helsinki. 58 s.
- Galaen, R. & Venn, K. 1979. *Pythium sylvaticum* Campbell & Hendrix and other fungi associated with root dieback of 2-0 seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. in Norway. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 34: 221–228.
- Grove, G. G., Madden, L. V., Ellis, M. A. & Schmitt-henner, A. F. 1985. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature strawberry fruit by *Phytophthora cactorum*. *Phytopathology* 75: 165–169.
- Hanioja, P. 1969. Taimipolteen aiheuttajista metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun koeaseman taimitarhoissa. Summary: On damping-off fungi in the nurseries of Forest Research Institute at Punkaharju Experimental Station. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 69(6). 21 s.
- Hantula, J. & Müller, M. 1997. Variation within *Gremmeniella abietina* in Finland and other countries as determined by Random Amplified Microsatellites (RAMS). *Mycological Research* 101: 169–175.
- , Lilja, A. & Parikka, P. 1997. Genetic variation and host specificity of *Phytophthora cactorum* isolated from Europe. *Mycological Research*. 101: 565–572.
- Hartley, C. 1921. Damping-off in forest nurseries. U.S. Department of Agricultural Bulletin 934: 1–28.
- Hellgren, M. 1995. *Gremmeniella abietina*—Disease biology and genetic variation within Fennoscandia. Ph.D. Thesis, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 28 s.
- 1996. Comparison of *Gremmeniella abietina* isolates from *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* in term of conidial morphology and host colonization. *European Journal of Forest Pathology* 25: 159–168.
- & Högberg, N. 1995. Ecotypic variation of *Gremmeniella* in northern Europe – disease patterns reflected by DNA variation. *Canadian Journal of Botany* 73: 1531–1539.
- Hendrix, F. F. & Campbell, W. A. 1968. Pythiaceus fungi isolated from Southern forest nursery soils and their pathogenicity to pine seedlings. *Forest Science* 14: 292–297.
- & Campbell, W. A. 1973. Pythiums as plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 11: 77–89.
- Henttonen, H., Lilja, A. & Niemimaa, J. 1994. Myyrien ja sienten aiheuttamat sieni-infektiot koivun taimien uhkana. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 486: 125–129.
- Hietala, A. M. 1995. Uni- and binucleate *Rhizoctonia* spp. co-existing on the roots of Norway spruce seedlings suffering from root dieback. *European Journal of Forest Pathology* 25: 136–144.
- 1997. The mode of infection of a pathogenic uninucleate *Rhizoctonia* sp. in conifer seedling roots. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 471–480.
- & Sen, R. 1996. *Rhizoctonia* on forest trees. *Julkaisussa: Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S. & Dijst, G. Rhizoctonia species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.* s. 351–358.
- , Sen, R. & Lilja, A. 1994. Anamorphic and teleomorphic characteristics of a uninucleate *Rhizoctonia* sp. isolated from the roots of nursery grown conifer seedlings. *Mycological Research* 98: 1044–1050.
- Iivonen, S., Lilja, A. & Tervo, L. 1996. Juurilahoa aiheuttavan yksitumaisen *Rhizoctonia*-sienen torjunta kuumavesikäsitteilyllä. *Folia Forestalia* 1996(1): 51–55.
- Jalkanen, R. 1985. Uusi tauti taimitarhalla. *Metsälehti* 11. s. 20.
- Jamalainen, E. A. 1956a. Männyn karisteen torjunta kemiallisilla aineilla Leksvallin taimitarhassa. Summary:

- The control of the needle cast of pine with chemicals at the Leksvall nursery. *Silva Fennica* 88(2). 10 s.
- 1956b. A test on the control of black snow mould (*Herpotrichia nigra* Hartig) in spruce seedlings by the use of pentachloronitrobenzene (PCNB). *Valtion maatalouskoetöiminnan julkaisuja* 148: 68–71.
- 1961. Damage by low-temperature parasitic fungi on coniferous nurseries and its chemical control. *Silva Fennica* 108(4). 15 s.
- Juutinen, P., Kurkela, T. & Lilja, S. 1976. Ruohokaskas *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun taimien vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta. Summary: *Cicadella viridis* (L.), as a wounder of hardwood saplings and infections of wounds by pathogenic fungi. *Folia Forestalia* 284. 12 s.
- Kaitera, J., Hantula, J. & Jalkanen, R. 1997. Development of fruit bodies of large tree type of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* and timing of infection on Scots pine in northern Finland. *European Journal of Forest Pathology* 27: 115–124.
- Klebahn, H. 1904. *Die wirtswechselnden Rostpilze*. Borntraeger. Berlin. 447 s.
- Klingström, A. 1963. *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.- pine twisting rust. Some experiments in resistance biology. *Studia Forestalia Suecica* 6. 23 s.
- Kurkela, T. 1967. Keväällä havaitusta männyn taimitarihataudista ja *Scleroderris lagerbergii*sta. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 84: 391–392.
- 1973a. Epiphytology of *Melampsora* rusts of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and aspen (*Populus tremula* L.). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 79(4). 68 s.
- 1973b. Release and germination of basidiospores of *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. and *M. laricis-tremulae* Kleb. at various temperatures. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78(5). 22 s.
- 1974. *Godronia multispora* Groves (Helotiales) and its pathogenicity to *Betula verrucosa* Ehr. and *B. pubescens* Ehr. *Karstenia* 14: 33–45.
- 1979. *Lophodermium seditiosum* Minter et al. sienesiintyminen männynkaristeen yhteydessä. Summary: Association of *Lophodermium seditiosum* Minter et al. with a needle cast epidemic on Scots pine. *Folia Forestalia* 393. 11 s.
- 1994. *Metsän taudit*. Otatiето Oy, Tampere. 320 s. ISBN 951-672-189-3.
- 1995a. Short-term variation in ascospore release by *Phacidium infestans* on needles of *Pinus sylvestris*. *European Journal of Forest Pathology* 25: 274–281.
- 1995b. Fungi associated with leaf anthracnoses of birch. *Julkaisussa: Capretti, P., Heiniger, U. & Stephan, R. (toim.). Shoot and foliage diseases in forest trees. Proceedings of a joint meeting of the IUFRO working parties Cancer and Shoot Blights of Conifers (S2.06.02), Foliage Diseases (S2.06.04), Vallombrosa, Firenze, Italy, June 6–11, 1994.* s. 91–95.
- 1996. Ascospore production period of *Phacidium infestans*, a snow blight fungus on *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 60–67.
- & Lilja, S. 1984. Taimitarhan sienitauteja. *Keskusmetsälautakunta Tapio*. 15 s.
- Lagerberg, T. 1913. *Granens topptorka*. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 10: 9–11.
- Landis, T. D. 1984. The critical role of environment in nursery pathology. *Julkaisussa: Dubreuil, S. H. (toim.). 31st Western International Forest Disease Work Conference Proceedings; 1983 August 22–66; Coer d'Alene, ID. Missoula, MT: USDA Forest Service, Cooperative Forest and Pest Management.* s. 27–31.
- 1989. Disease and pest management strategies. *Teoksessa: Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E. & Barnett, J. P. (toim.). The container tree nursery manual. Volume 5. The biological component: nursery pests and mycorrhizae. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 674.* s. 4–99.
- Lang, K. J. & Schütt, P. 1974. Anatomische Untersuchungen zur Infektionsbiologie von *Scleroderris lagerbergii* Gr. (*Bruchorstia pinea* (Karst.) von Höhn.). *European Journal of Forest Pathology* 4: 166–174.
- Lilja, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Summary: Fungi on birch seeds and their pathogenicity. *Folia Forestalia* 408. 14 s.
- 1994. The occurrence and pathogenicity of uni- and binucleate *Rhizoctonia* and *Pythiaceae* fungi among conifer seedlings in Finnish forest nurseries. *European Journal of Forest Pathology* 24: 181–192.
- & Hietala, A. 1994. *Phytophthora cactorum* and a novel type *Rhizoctonia* sp. as forest nursery pathogens. *Julkaisussa: Perrin, R. & Sutherland, J. R. (toim.). Diseases and insects in forest nurseries. Dijon (France), October 3–10, 1993. (les Colloques, n°68). INRA, Paris.* s. 59–64.
- , Hietala, A. & Sen, R. 1992. Havupuiden lahojuuri- ja koivun versolaikkutauti. *Julkaisussa: Kurkela, T. & Lipponen, K. (toim.). Metsänsuojelututkimuksen tuloksia. Metsäntutkimuspäivä Vantaalla 9.12.1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 460: 5–12.
- , Lilja, S., Poteri, M. & Ziren, L. 1992. Conifer seedling root fungi and root dieback in Finnish forest nurseries. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 547–556.
- , Hallaksela, A. M. & Heinonen, R. 1995. Fungi colonizing Scots pine cone scales and seeds and their

- pathogenicity. *European Journal of Forest Pathology* 25: 38–46.
- , Hantula, J. & Nuorteva, H. 1996. Uusimpia tuloksia koivun versolaikusta. Julkaisussa: Smolander, H. & Salonen, T. (toim.) *Metsätaitarhapäivät Jyväskylässä* 13.–14.2.1996. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 601: 7–16.
- , Hietala, A. M. & Karjalainen, R. 1996. Identification of a uninucleate *Rhizoctonia* sp. by pathogenicity, hyphal anastomosis and RAPD analysis. *Plant Pathology* 45: 997–1006.
- , Rikala, R., Hietala, A. & Heinonen, R. 1996. Fungi isolated from necrotic stem lesions of *Betula pendula* seedlings in forest nurseries and the pathogenicity of *Phytophthora cactorum*. *European Journal of Forest Pathology* 26: 89–96.
- , Heiskanen, J. & Heinonen, R. 1998. Effects of uninucleate *Rhizoctonia* on Scots pine and Norway spruce seedlings grown with different irrigation in sphagnum peat growth medium. *Scandinavian Journal of Forest Research*. (Painossa).
- Lilja, S. 1973. Koivun ruoste ja sen torjuminen. *Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja* 9: 21–26.
- 1980. Taimitarhan tärkeimmät sienituhot. *Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja* 35: 11–18.
- 1986. Diseases and pest problems on *Pinus sylvestris* nurseries in Finland. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 16: 561–564.
- 1996. Ajankohtaista kasvinsuojelusta. Julkaisussa: Smolander, H. & Salonen, T. (toim.) *Metsätaitarhapäivät Jyväskylässä* 13.–14.2.1996. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 601: 23–28.
- Liro, J. I. 1906. Kulturversuche mit finnischen Rostpilzen. II. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 29(7).
- Löyttyniemi, K. & Sarakoski, M. L. 1978. Nematodes in forest tree nurseries. Tiivistelmä: Suomen metsätaitarhojen nematodeista. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 92(5). 8 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja 1997. SVT Maa- ja metsätalous 1997:4. *Metsäntutkimuslaitos*. 348 s. ISBN 951-40-1585-1.
- Mikola, P. 1953. Taimipolte eli kaatumatauti metsätaitarhoissa. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 6: 195–196.
- Minter, D. W., Staley, J. M. & Millar, C. S. 1978. Four species of *Lophodermium* on *Pinus sylvestris*. *Transactions of the British Mycological Society* 71: 295–301.
- Müller, M. & Uotila, A. 1997. The diversity of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* FAST-profiles. *Mycological Research* 101: 557–564.
- Nevalainen, S. & Uotila, A. 1984. The susceptibility of Scots pine to *Gremmeniella abietina*. *Växtskyddsnotiser* 48(3/4): 76–80.
- Parikka, P. 1990. Nahkamätä vaivaa mansikkaa. *Puutarha* 9/90: 630–631.
- Patton, R. F., Spear, R. N. & Blenis, P. V. 1984. The mode of infection and early stages of colonization of pines by *Gremmeniella abietina*. *European Journal of Forest Pathology* 14: 193–202.
- Petäistö, R.-L. 1983. Rauduskoivun versolaikut taimitarhalla. Summary: Stem spotting of birch (*Betula pendula*) in nurseries. *Folia Forestalia* 544. 9 s.
- 1994. Männyn taimien versosurma-alttiuden kasvukautinen vaihtelu. Julkaisussa: Smolander, H. & Rautala, J. (toim.). *Taimitarhapäivät Suomenjoen tutkimusasemalla* 17.–18.8.1993. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 496: 113–120.
- & Kurkela, T. 1993. The susceptibility of Scots pine seedlings to *Gremmeniella abietina*: effects of growth phase, cold and drought stress. *European Journal of Forest Pathology* 23: 385–399.
- & Repo, T. 1988. Stress combinations and the susceptibility of Scots pine to *Ascochyta abietina*. Julkaisussa: Donaubauer, E. & Stephan, B. R. (toim.). *Recent research on Scleroderris canker of conifers. IUFRO Working Party S.2.06.02 Canker Diseases Scleroderris. Proceedings of meeting in Salzburg/Austria and Ljubljana/Yugoslavia, September 1986. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien*. 162. Heft. s. 103–118.
- Poteri, M. 1992. Screening of clones of *Betula pendula* and *B. pubescens* against two forms of *Melampsorium betulinum* leaf rust fungus. *European Journal of Forest Pathology* 22: 166–173.
- & Ryyänänen, L. 1994. Resistance responses of birch *Betula* spp. against leaf rust fungus *Melampsorium betulinum*. Teoksessa: Capretti, P., Heiniger, U. & Stephan, R. (toim.). *Shoot and foliage diseases in forest trees. Proceedings of a joint meeting of the IUFRO working parties Canker and Shoot Blights of Conifers (S2.06.02), Foliage Diseases (S2.06.04), Vallombrosa, Firenze, Italy, June 6–11, 1994*. s. 292–297. ISBN 88-900074-0-0.
- Reynolds, K. M., Madden, L. V. & Ellis, M. A. 1988. Effect of weather variables on strawberry leather rot epidemics. *Phytopathology* 78: 822–827.
- Roll-Hansen, F. 1964. *Scleroderris lagerbergii* Gremmen (*Crumenula abietina* Lagerb.) and gridling of *Pinus sylvestris*. *Meddelelser fra det Norske Skogforsöksvesen* 19: 153–175.
- Rostrup, E. 1884. Nogle nye iakttagelser angaaende heteroeciske uredineer. *Oversigt over Kongelige Danske*

- Videnskaberne Selskabs Forhandlinger 1884. 20 s.
- Siepmann, R. 1976. Ein Beitrag zur Infektionsbiologie des durch *Scleroderris lagerbergii* verursachten Schwarzkiefertriebsterbens. *European Journal of Forest Pathology* 6: 103–109.
- Sneh, B., Burpee, L. & Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. The American Phytopathological Society, St Paul, USA.
- Stenström, E. 1996. Svampar i plantodling. Julkaisussa: Hannerz, M. (toim.). Plantproduktion och skador. SKOG FORSK, Redogörelse 3: 25–30.
- & Ihrmark, K. 1996. *Lophodermium seditiosum* in forest nurseries – fungicide control and detection using PCR-techniques. Nordiskt Skogspatologimöte. Väderleksskador i kombination med svampangrepp på barr- och lövträd, workshop 19–22 augusti 1996 i Halland. Esitelmälyhenne.
- Sutherland, J. 1967. Parasitism of *Tylenchus emarginatus* on conifer seedling roots and some observations on the biology of the nematode. *Nematologica* 13: 191–196.
- Tahvonen, R. 1982. The suppressiveness of Finnish light coloured Sphagnum peat. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 54: 345–356.
- Unestam, T., Beyer-Ericson, T. & Strand, M. 1989. Involvement of *Cylindrocarpon destructans* in root death of *Pinus sylvestris* seedlings: pathogenic behaviour and predisposing factors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 521–536.
- Uotila, A. 1983. Physiological and morphological variation among Finnish *Gremmeniella abietina* isolates. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 119. 12 s.
- 1988. Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin. Summary: The effect of climatic factors on the occurrence of *Scleroderris* canker. *Folia Forestalia* 721. 23 s.
- 1992. Mating system and apothecia production in *Gremmeniella abietina*. *European Journal of Forest Pathology* 22: 410–417.
- & Terho, M. 1994. Pathogenic variation in *Gremmeniella abietina* among Finnish isolates. Teoksessa: Capretti, P., Heiniger, U. & Stephan, R. (toim.). Shoot and foliage diseases in forest trees. Proceedings of a joint meeting of the IUFRO working parties Canker and Shoot Blights of Conifers (S2.06.02), Foliage Diseases (S2.06.04), Vallombrosa, Firenze, Italy, June 6–11, 1994. s. 190–197. ISBN 88-900074-0-0.
- Venn, K., Sandvik, M. & Langerud, B. 1986. Nursery routines, growth media and pathogens affect growth and root dieback in Norway spruce seedlings. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 34: 314–328.
- Vuorinen, M. & Kurkela, T. 1993. Concentration of CO₂ under snow cover and the winter activity of the snow blight fungus *Phacidium infestans*. *European Journal of Forest Pathology* 23: 441–447.
- Yli-Vakkuri, P. 1954. Maamme taimitarhat ja niiden tuotanto. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 54/11: 435–438.
- Zhang, P. G. 1992. Epidemiology and control of gray mold (*Botrytis cinerea*) of black spruce seedlings. Ph.D. thesis. University of Guelph, Guelph, Ontario. 67 s.

91 viitettä