

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 319
Metsänsuojelun tutkimusosasto

Katriina Jokinen (toim.)

JUURIKÄÄPÄ – metsänkäsittelyn ongelma



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 319

Metsänsuojelun tutkimusosasto

Katriina Jokinen (toim.)

JUURIKÄÄPÄ – metsänkäsittelyn ongelma

Helsinki 1988

Sisällys

Lalli Laine	
Männnytyvitervastaudin tuntomerkit ja levinneisyys Suomessa	4
Kari Korhonen	
Juurikääpätyypit ja niiden esiintyminen	6
Timo Kurkela	
Juurikääpätuhot taimikoissa	8
Tuula Piri ja Kari Korhonen	
Sekapuuston vaikutus juurikäävän esiintymiseen	10
Katriina Jokinen	
Metsänlannoituksen vaikutus männnytyvitervakseen	11
Anna-Majja Hallaksela	
Vaurioiden vaikutus lahon leviämiseen	17
Kim von Weissenberg	
Juurikääpäkestävyyttä taudinkestävyysjalostuksella	19

ISBN 951-40-1029-9
ISSN 0358-4283

Hakapaino Oy
Helsinki 1988

LUKIJALLE

Tämän tiedonannon sisältö perustuu Punkaharjun tutkimusasemalla 15.9.1987 pidetyn tyvitervastautipäivän esityksiin. Juurikäävän aiheuttama männyntyvitervastauti on ollut jatkuvasti merkittävin metsän tauti Kaakkois-Suomessa. Kun juurikääpä aiheuttaa myös kuusen tyvilahoa, ovat tämän sienen aikaansaamat tuhot Suomessa olleet suuremmat kuin minkään muun metsän taudinaiheuttajan. Kirjoituksissa käsitellään näitä molempia juurikäävän aiheuttamia tauteja, vaikka pääpaino onkin tyvitervastaudissa. Kun nyt on kulunut jo lähes vuosi esitelmien pitämisestä, on joiltakin osin saatu uutta tietoa, mikä on aiheuttanut pieniä tarkistuksia esitelmien sisältöön. Tämän tiedonannon tavoitteena on ollut antaa käytännön metsänhoidolle tarpeellista tietoa erityisesti tyvitervaksen vaivaamien männiköiden käsittelyyn.

Vantaa 5.9.1988

Timo Kurkela

MÄNNYNTYVITERVASTAUDIN TUNTOMERKIT JA LEVINNEISYYS SUOMESSA

Lalli Laine

Tyvitervastaudin aiheuttaa kääpäsieniin kuuluva juurikäpää (*Heterobasidion annosum*) ja nimenomaan tämän sienen 'P-tyyppi', "männynjuurikäpää" (Korhonen 1978). Sieni lahoittaa kaikenikäisten mäntyjen juuria ja aiheuttaa rungon tyven tervastumisen, joka näkyy kannon sahauspinnassa yleensä tähtimäisenä kuviona. Juurten lahoamisen vuoksi puu kuolee ja sen rungon pilaavat nopeasti muut sieni- ja hyönteislajit. Mänyssä juurikäävän aiheuttama laho ei leviä runkoon kuten kuusen tyvilahossa, joka on maamme etelä- ja keskiosissa pääasiassa juurikäävän 'S-typin', "kuusenjuurikäävän" aiheuttamaa.

Tyvitervastautia on männikoissä pesäkkeinä, jotka vuosi vuodelta laajenevat. Sairaana männyn neulaset ovat usein normaalia lyhyempiä. Taudin edistyessä neulasia karisee koko latvuksesta ja puusta tulee harsuuntunut. Sairas puu on usein tasalatvainen. Neulasten väri muuttuu kellertäväksi, sitten punertavaksi, myöhemmin ruskeaksi ja lopulta harmaaksi samanaikaisesti koko latvuksessa. Puu kuivuu pystyyn tai kaatuu lahojen juurten vuoksi.

Tyvitervaskohteissa kuolevat männyn ohella monet muut puut, pensaat ja varvut, kuten koivu, harmaaleppä, pihlaja, kataja ja kanerva. Erityisen tunnusomaista on katajien ruskettuminen ja kuoleminen. Jos männikössä on kuolleita katajia, jotka voi helposti kiskoa maasta niiden lahojuurisuu den vuoksi, on paikalla yleensä mänyssä tyvitervasta.

Koska monet puuvartiset kasvit kuolevat laikuissa, syntyy metsään aukkoja, joissa sananjalka ja heinät runsastuvat. Tyvitervastautia on varsinkin mustikkatyyppin metsissä, mutta myös niitä reheväm m illä tai karummilla kasvupaikoilla. Soilta se puuttuu. Valtaamil-



Kuva 1. Tyvitervastaudin vaivaama männikkö Anttolassa.

laan paikoilla taudista on jatkuvasti ongelmia, samaan tapaan kuin puiden kasvatusta haittaavasta maaperän kivisyydestä.

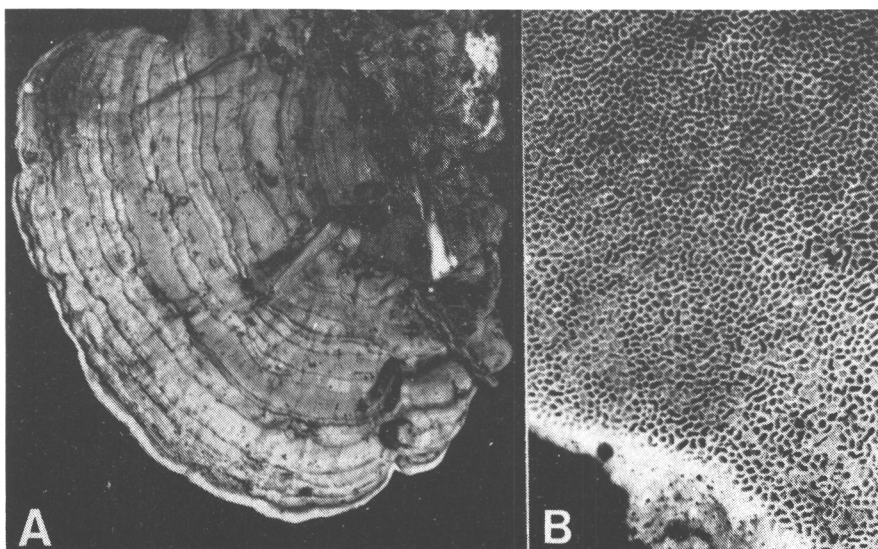
Juurikääpä voidaan tunnistaa itiöemistä, käävistä. Niitä muodostuu sammalikon suojaan männyn tyvelle tai kaatuneen puun juuristoon. Tyypillistä on niiden esiintyminen kätkössä. Kääpien koko ja ulkonäkö vaihtelevat paljon. Varsin usein ne ovat pieniä, epämuotoisia nystyröitä. Juurten alapinnassa ne voivat tulla monen desimetrin mittaisiksi levyiksi. Ne ovat ohuita, korkkimaisen sitkeitä, alustasta helposti irrotettavia. Käävän yläpinta on suklaanruskea, vyöhykkeinen, alapuoli on kermanvalkoinen, itiöitä (kantaitiöitä) tuottavan pillistön peittämä. Käävät ovat monivuotisia. Niistä vapautuvat itiöt leviävät tuulen mukana pitkiä matkoja. Itiöt itävät mm. tuoreiden kantojen sahauspinnalla, jolloin sieni voi levitä kannon juurten kautta lähellä kasvaviin, terveisiin puihin. Sienen rihmasto on valkoista. Sen pintaan kehittyä sopivissa oloissa sienen suvuttomia kuromaitiöitä nuijamaisten kuromankannattimien päihin.

Vanhimmat tiedot tyvitervastaudista Suomessa ovat vuodelta 1945, jolloin sitä todettiin männyn taimista (Viljo Kujala, Metsäntutkimuslaitoksen kokoelmanäytteet). Ensimmäiset viitteet varttuneiden mäntyjen sairaudesta saatiin Ruokolahdelta syksyllä 1946. Ns. ”juuriter-vaksen” syytä ei silloin tunnettu. 1960-luvun alussa männnytyvitervastaudin syyksi osoittautui juurikääpä (Laine 1964).

Tyvitervastautia on maamme eteläosissa Vaasa – Jyväskylä – Kuopio – Ilomantsi -linjan eteläpuolella. Kaakkois-Suomessa, Ison Saimaan alueella sitä on runsaasti. Tällä alueella se on vakava metsätalouden ongelma. Rannikolla sitä on vähän. Laikkuina sitä on Etelä-Suomen sisäosissa, mm. Etelä-Hämeessä. Männyn taimikoissa sitä on paikoin myös alueilla (esim. Satakunnassa), joilla mäntyä on istutettu kuusen tyvilahon vaivaamiin metsiin (Laine 1976).

Kirjallisuus

- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. *Seloste: Juurikäävän risteytymissuhteet. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94(6): 1-25.
- Laine, L. 1964. Maannousemasienen (*Fomitopsis annosa*) aiheuttamista tuhoista Saimaan ympäristön männiköissä. Summary: On the damage done by the root-rot fungus, *Fomitopsis annosa*, to Scots pine stands in the surroundings of Lake Saimaa in South-east Finland. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 81: 284-287.
- 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. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 90(3): 1-53.



Kuva 2. Juurikäävän itiöemä päältä (A) ja alta (B).

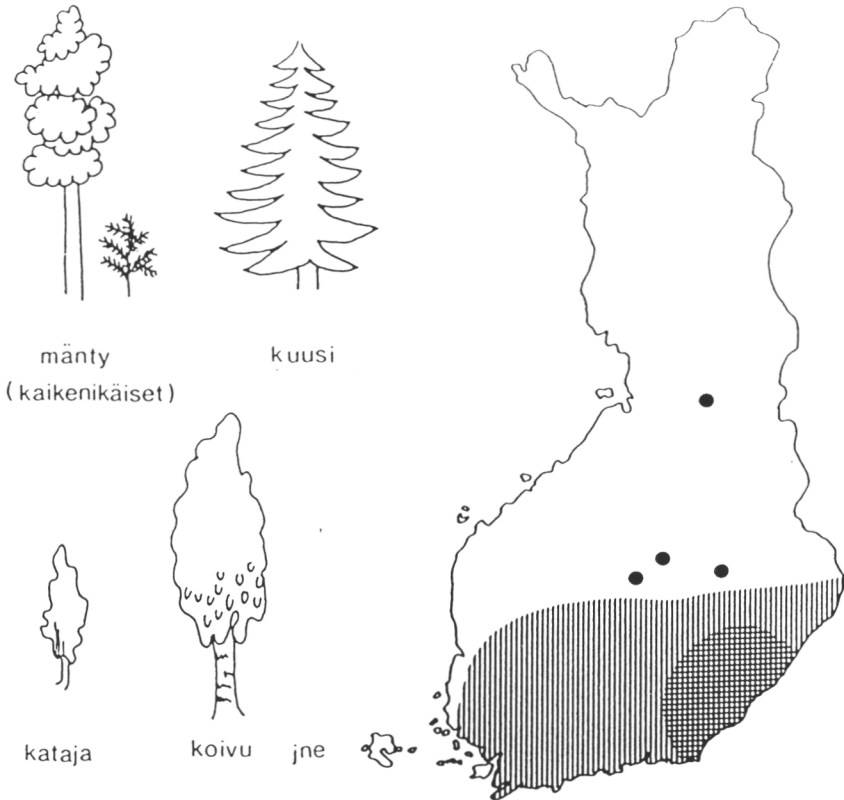
JUURIKÄÄPÄTYYPIT JA NIIDEN ESIINTYMINEN

Kari Korhonen

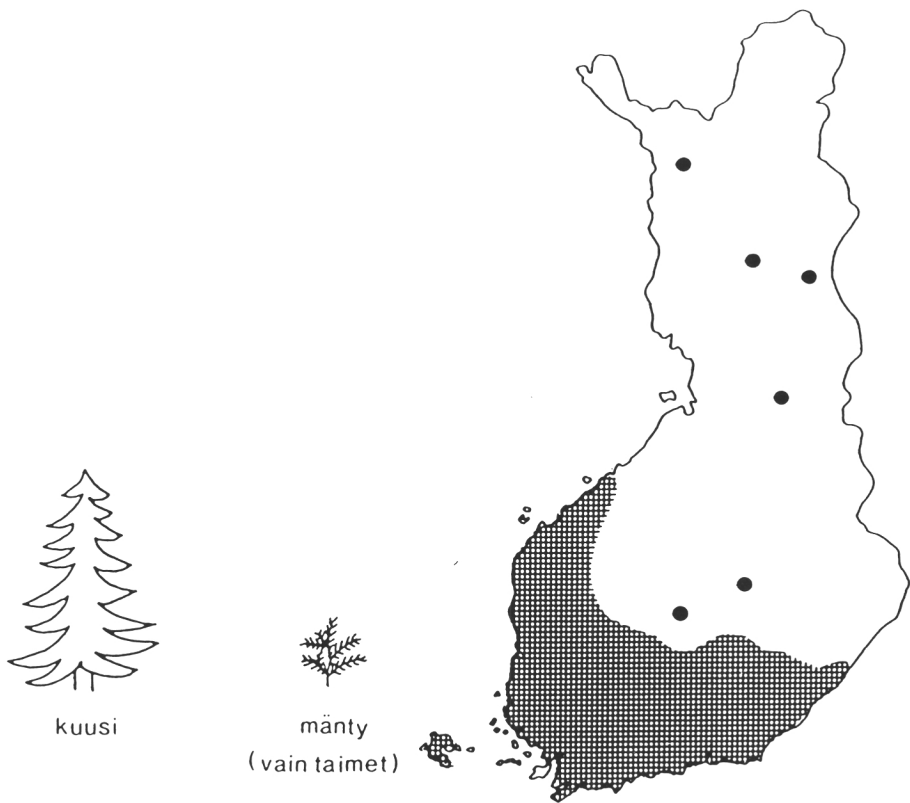
Männnytyvitervastaudin aiheuttaja, juurikäpää (*Heterobasidion annosum*) on levinnyt suurimpaan osaan maapallon lauhkean vyöhykkeen metsäaluetta. Se lahottaa puiden juuristoa ja rungon tyviosaa ja vaivaa monia puulajeja. Suomen eteläosissa juurikäpää on myös kuusen tyvilahon tärkein aiheuttaja.

Viime aikoina on osoittautunut (Korhonen 1978), että juurikäpää jakautuu pohjoisella pallonpuoliskolla kahdeksi ryhmäksi, jotka ovat hyvin läheistä sukua toisilleen, mutta ilmeisesti eivät risteidy keskenään. Niitä voidaan pitää eri lajeina, joskaan niitä ei vielä ole sellaisina kuvattu. Toistaiseksi niistä käytetään nimityksiä P-tyyppi ja S-tyyppi. Nimitykset ovat peräisin englannin kielen sanoista pine (mänty) ja spruce (kuusi), ja tarkoittavat tyyppin pääasiallista isäntäkasvia. Suomeksi näitä tyyppejä voisi alustavasti kutsua nimellä männynjuurikäpää ja kuusenjuurikäpää, joskin on muistettava, että tyyppit eivät rajoitu yksinomaan näille puulajeille: melko usein männynjuurikäpää voi löytyä kuuselta ja päinvastoin, kuusenjuurikäpää männyltä.

Männyn- ja kuusenjuurikäpää voidaan yleensä erottaa toisistaan kääpien ulkonäön perusteella. Silmään pistävin tuntomerkki on pillien koko, joka on männynjuurikäävällä keskimäärin suurempi. Ulkoiset tuntomerkit eivät kuitenkaan ole aina selviä, ja usein ainoa keino erottaa tyyppit toisistaan on tutkia laboratoriossa kumman tyyppin kanssa näytteestä eristetty puhdasviljelmä risteytyy.



Kuva 1. "Männynjuurikäävän" (tyyppi P) isäntäkasvit ja levinneisyys Suomessa.



Kuva 2. ”Kuusenjuurikäävän” (tyyppi S) isäntäkasvit ja levinneisyys Suomessa.

Metsän kasvatuksen kannalta tärkeitä ovat erot männyn- ja kuusenjuurikäävän isäntäkasveissa.

Männynjuurikääpä on jo esitelty edellä (L. Laine). Luonteenomaista tälle sienelle on moni-isäntäisyys; se vaivaa mäntyä, kuusta ja katajaa, jopa lehtipuitakin, näistä yleisimmin koivua. Kuusenjuurikääpä sen sijaan esiintyy melkein yksinomaan kuusella, joskin se voi myös tappaa männyn taimia lahojen kuusen kantojen lähellä. Varttuneista männystä ja koivusta kuusenjuurikääpä on löydetty hyvin harvoin. Tämä juurikääpätyyppi on vallitseva Etelä- ja Länsi-Suomen kuusivaltaisissa metsissä, joissa sen runsaus on noin kymmenkertainen männynjuurikääpäan verrattuna. Se on harvinaisempi Järvi- ja Itä-Suomessa. Pohjois-Suomessakin sitä paikoin esiintyy, joskin siellä kuusen tyvilahon aiheuttavat yleensä muut sienet.

Koska kuusenjuurikääpä on vallitseva juurikääpätyyppi tärkeimmällä kuusen kasvualueella Etelä- ja Länsi-Suomessa, pysyvät mänty ja koivu siellä yleensä terveinä. Voidaan päätellä, että näillä alueilla koivu- tai mäntysukupolvi tyvilahaisen kuusikon jälkeen lieventää juurikääpäinfektiota metsikössä. Sen sijaan Kaakkois-Suomessa, jossa männynjuurikääpä on vallitseva, voivat kaikki kolme tärkeintä puulajia, mänty, kuusi ja koivu sairastua. On vaikeampi ennustaa, mikä on puulajin vaihdon vaikutus taudin esiintymiseen tällä alueella.

Suomen ulkopuolella tyvitervastauti vaikeuttaa männyn kasvatusta erityisesti Etelä-Ruotsissa, Neuvostoliitossa ja muissa Itä-Euroopan maissa, Englannissa ja USA:n kaakkoisvaltioissa. Tauti on pahimmillaan mailla, joiden pH on korkea, sekä entisillä peltomailla. Happamilla ja karuilla mailla tuhot ovat yleensä lievempiä.

Tyvitervastaudin tärkeimmillä esiintymisalueilla on todettu, että taudin tartunta terveeseen kasvustoon tulee yleensä harvennuksissa poistettujen puiden kantojen kautta lumettomana

aikana tehdyissä hakkuissa. Tartunnan estämiseksi kantojen kaatopinnat käsitellään Englannissa ja usein myös USA:ssa kemikaaleilla (urea, booraksi ym.), tai sitten kantoihin levitetään juurikäävän luonnossa esiintyvää kilpailijaa, harmaaorvakka-sientä (*Phlebiopsis gigantea*). Englannissa jompikumpi käsittely on pakollinen valtion omistamissa metsissä (Greig 1980).

Neuvostoliitossa kantojen käsittely ei ole rutiinomaisesti käytössä. Taudin esiintymistä riskialttiilla kasvupaikoilla pyritään rajoittamaan kasvattamalla puhtaiden männiköiden sijasta mänty-lehtipuusekametsää. Kasvustoon päässeen taudin leviäminen pyritään estämään torjuntahakkuiden avulla.

Suomessa tyvitervastautia ei toistaiseksi ole kovinkaan aktiivisesti torjuttu. Kesähakkuiden yleistyessä saattaa männyn kantojen kaatopintojen käsittely lämpimänä vuodenaikana tulla meilläkin ajankohtaiseksi. Vaikka koivu onkin jossakin määrin altis juurikäävän tuhoille, on puhtaissa koivikoissa havaittu harvoin pahoja tuhoja. Koivun ja sekapuuston suosiminen tyvitervastaudin vaivaamissa männiköissä todennäköisesti vähentää taudin esiintymisruusautta.

Kirjallisuutta

- Greig, B.J.W. 1980. Chemical, biological and silvicultural control of Fomes annosus. Proceedings. 5th International Conference. Root and Butt Rot in Conifers, Kassel, Aug 7-12, 1978, p. 75-84.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Seloste: Juurikäävän risteytymisluhteet. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 94(6): 1-25.

JUURIKÄÄPÄTUHOT TAIMIKOISSA

Timo Kurkela

Juurikäävän rihmaston tiedetään säilyvän sairaiden puiden juuristoissa ja kannoissa vuosikymmeniä. Juurikäävän itiöemän saattaa löytää 20-30 vuotta sitten hakatun puun täysin sammaleen peittämästä kannosta. Englannissa on kääpiä löytynyt yli 60 vuotta vanhoista havupuun kannoista (Greig ja Pratt 1976). Tämä merkitsee sitä, että sairaan metsikön maaperä on vielä pitkään paljaasihakkuun jälkeen juurikäävän, kuusen tyvilahon tai männyn tyvitervaksen aiheuttajan saastuttama. Tartunta uudistusosalalla tapahtunee, kun tainten juuristot kohtaavat lahoissa kannoissa elävän juurikäävän rihmaston. Tartunta on yleensä sitä pahempi mitä sairaampi vanha metsikkö on ollut.

Englannissa 10-vuotisessa toisen polven männikössä saattaa kuolleisuus nousta jopa 50 %:iin (Greig ja Low 1975). Suomessa näin pahoja tapauksia ei ole todettu. Jokinen ja Tamminen (1979) totesivat tyvilahoisien kuusikon jälkeen istutetuissa männyn taimikoissa 10 vuoden iällä 2-10 %:n kuolleisuuden. Näissä taimikoissa tauti ei liene myöhemmin enää merkittävästi levinnyt. Muuallakin käytännön metsänviljelyaloilla tilanne kuusikon tyvilahon jälkeen näyttää samanlaiselta.

Männikön tyvitervasta aiheuttava juurikäävän rotu näyttää olevan edellistä aggressiivisempi. Yleensä tyvitervaksisen männikön jälkeen perustetuissa männiköissä tainten kuoleminen alkaa jo muutaman vuoden kuluttua (Laine 1976) ja usein jatkuu tasaisella nopeudella. Varsin pian taimikoista tulee aukkoisia.

Juurikäävän leviämistä kasvatettavassa taimikossa voidaan ehkäistä ennakolta vähentämällä sienien tartuntamahdollisuuksia jo edellisen metsän käsittelyjen yhteydessä. Tärkeintä on, että puiden korjuu tehdään huolellisesti kasvavaa puustoa vaurioittamatta ja kannot käsitellään jollakin juurikäävän kasvua estävällä aineella, esim. urealla (Hallaksela ja Nevalainen 1981) tai mahdollisuuksien mukaan biologisella torjuntavalmisteella (Kallio 1971, Jokinen 1984). Englannissa on kokeiltu kantojen poistoa menestyksellisesti juurikäävän torjunnassa sienien saastuttamille maille viljellyissä männiköissä (Greig ja Low 1975).

Vuosina 1978-1979 perustettiin juurikäävän saastuttamien metsiköiden avohakkuualoille kokeita, joiden tarkoituksena oli selvittää mm. kuinka nopeasti juurikäätartunta voi tapahtua taimikossa, kuinka pitkään tainten kuolemista jatkuu, mikä on eri puulajien sairastuvuus sekä voidaanko juurikääpä torjua nostamalla kannot uudistusalalta.

Lopullisia tuloksia ei tietenkään vielä ole käytettävissä, mutta muutamia yleispiirteisiä havaintoja voidaan esittää.

Tyvilahaisen kuusikon jälkeen istutetuissa kuusen ja männyn taimissa ei merkittävää infektiota ole vielä tapahtunut. Tartuntaa on havaittu vain muutamissa yksittäisissä männyn taimissa.

Tyvitervaksisen männikön jälkeen istutetut männyt, lehtikuuset ja kontortamännyt ovat olleet alttiita tartunnalle ja yhdessä kokeessa (Ristiina) kuolleisuus on ollut merkittävä. Seitsenvuotuisina männystä oli kuollut käsittelemättömällä maalla 6 % ja kantojenpoistoalueella runsaat 2 %, lehtikuusista oli kuollut käsittelemättömällä maalla n. 10 % ja käsiteltyllä n. 6 %. Kahdessa muussa kokeessa, missä istutettiin mäntyä ja kontortaa kuolleisuutta on todettu, mutta se on edennyt huomattavasti hitaammin kuin Ristiinassa.

Kontortan osalta tulosten tulkinta on vaikeutunut sen kahtena ankarana pakkastalvena (1985 ja 1987) kärsimien vaurioiden takia. Osa kontortan kuolleisuudesta on pakkasen syytä.

Näyttää siltä, että nopeakasvuisin puulaji on altein nuorena saamaan juurikäätartunnan. Ilmeisesti nopeasti pituutta kasvava lehtikuusi kasvattaa myös juuriaan nopeammin kuin mänty ja tästä syystä sairastuu taimena herkemmin. Kuusella juurikäävän aiheuttaman taudin kehitys on erittäin hidasta. Vaikka koetaimissa olisi ollutkin tartuntaa, sitä ei olisi toistaiseksi voitu havaita. Toisen polven kuusikot saattavat olla selvästi lahovikaisia kuitenkin jo 30-40 vuoden iällä.

Ristiinan kokeissa kantojen poisto vähensi juurikäätartuntaa. Tätä tulosta ei tietenkään voida yleistää koskemaan mitä tahansa juurikääpäistä metsää. Toisaalta, vaikka kantojen poisto olisi yleisesti ottaenkin hyvä torjuntakeino, se varmaan voi tulla hyvin harvoin kysymykseen korkeiden kustannusten takia. Kun kantopuulla ei ole markkinoita, rasittavat toimenpiteen kaikki kustannukset torjunnasta saatua hyötyä. Lisäksi kantojen nostossa syntyy kuoppia, jotka tekevät maaston vaikeakulkuseksi ja haittaavat siten myöhempiä metsän käsittelyä. Tiivispohjaisilla tasisilla mailla kantokuopista tulee pysyviä vesialtaita, jotka vähentävät tuottavan maan pinta-alaa.

Kirjallisuus

- Greig, B.J.W. & Low, J.D. 1975. An experiment to control *Fomes annosus* in second rotation pine crops. *Forestry* 48: 147-163.
- & 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. & Nevalainen, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusen kannoissa. Summary: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea. *Folia Forestalia* 470: 1-10.
- Jokinen, K. 1984. Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaorvakalla (*Phlebia 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: 1-12.
- & Tamminen, P. 1979. Tyvilahosten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Summary: Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot - infected Norway spruce stand in SW Finland. *Folia Forestalia* 399: 1-17.
- 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(3): 1-53.

SEKAPUUSTON VAIKUTUS JUURIKÄÄVÄN ESIINTYMISEEN

Tuula Piri ja Kari Korhonen

Sekametsää pidetään yleensä terveempänä ja vastustuskykyisempänä tauteja vastaan kuin yhden puulajin muodostamaa metsää. Kuusi- ja mäntymetsissä olevan sekapuuston arvelaan vähentävän myös juurikäävän (maannousemasieni, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) aiheuttamaa kuusen tyvilahoa ja männynmyrkytystä. Sekapuusto rajoittaa juuriyhteyksien määrää saman puulajin yksilöiden välillä, mikä vaikeuttaa juurikäävän siirtymistä puusta toiseen. Sekapuuston ollessa lehtipuuta myös sen karikkeella katsotaan olevan tervehdyttävä vaikutus: lehtikarrike näyttää suosivan juurikäävälle haitallista maaperän pieneliöstöä (Rennerfelt 1946).

Tähänastiset tutkimukset sekapuuston vaikutuksesta juurikäävän esiintymiseen koskevat lähes yksinomaan kuusen tyvilahoa. Osa tuloksista viittaa kuusen säilymiseen terveempänä sekametsässä (Rennerfelt 1946, Enerstvedt & Venn 1979, Huse 1983, Bruchwald 1984), osan osoittaessa, ettei sekapuustolla ole vaikutusta kuusen tyvilahoisuuteen (Falck 1930, Kató 1967, Werner 1971, 1973, Siepmann 1984). Joskus voi tyvilahojen kuusten osuus olla sekametsässä jopa suurempi kuin puhtaassa kuusikossa (Rohmeder 1937, Peace 1938). Tulosten ristiriitaisuus voi osaksi selittyä erilaisista olosuhteista sekä lukuisista juurikäävän esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä, joiden erittelemine on hankalaa.

Metsäntutkimuslaitoksella on äskettäin tutkittu sekapuuston vaikutusta kuusen tyvilahon runsauteen Uudellamaalla. Varsinkin mäntysekoituksella on todettu pieni lahoisuutta vähentävä vaikutus, mutta erot lahoisuudessa eri metsiköiden välillä eivät olleet olennaisesti riippuvaisia puulajisuhteista vaan muista tekijöistä, ilmeisesti pääasiassa metsän käsittelystä sen kehityksen aikana. Huolimatta tyvilahojen kuusten ryhmittäisestä esiintymisestä juurikäävän rihmaston kasvullinen leviäminen juuriyhteyksien kautta puusta toiseen oli suhteellisen vähäistä. Yleensä sienien eteneminen rajoittui viereiseen puuhun. Puhtaissa kuusikoissa juurikäävän kasvullinen leviäminen oli keskimäärin hiukan runsaampaa kuin sekametsissä, mutta ero oli pieni. Yhtä tärkeä juurikäävän leviämistapa kasvullisen etenemisen ohella on itiöiden avulla tapahtuva primaari-infektio. Sekapuustolla ei todettu olevan vaikutusta itiöiden avulla tapahtuvan infektion yleisyyteen. Vaikkakin mm. koivu kasvaessaan sekapuuna tyvilahoisessa kuusikossa säilyy terveenä, ei sekapuusto näytä olennaisesti suojaavan kuusta tyvilaholta. Sen sijaan puhtaan lehtipuusukupolven kasvattaminen voi hävittää juurikääpäinfektion maaperästä. Terveiden kuusikoiden saastumisen estämiseksi harvennusten suorittaminen talviaikana näyttää olevan olennaisen tärkeää.

Vastaavaa tutkimusta juurikäävän esiintymisestä ja leviämisestä tyvitervasmänniköissä ei ole tehty. Männikössä tyvitervastautipesäke on usein selvä säteittäin laajeneva aukko (Laine 1976). Taudin siirtyminen juuriyhteyksien kautta puusta toiseen lienee männikössä yleisempää kuin kuusikossa. Koska sekapuusto vähentää juuriyhteyksien määrää, saattaisi sekapuustolla olla männikössä enemmän merkitystä taudin rajoittajana kuin kuusikossa. Neuvostoliitossa, missä olosuhteet tosin poikkeavat suomalaisista, suositaan sekapuusto tyvitervasalueilta. Luontaisen sekapuuston lisäksi siellä istutetaan taimikoita, joissa joka toinen rivi on mäntyä ja joka toinen rivi lehtipuuta pyrkien näin estämään taudin leviäminen rivien välillä (Negrutski 1973). Ongelmana lehtisekupuuston valinnassa tyvitervasalueille on meillä kasvupaikan asettamien rajoitusten ohella myös koivun alttius juurikäävän tuhoille männiköissä. Puhtaissa koivikoissa tuhoja on todettu kuitenkin suhteellisen vähän. Lehtipuusekoituksen käytöllä ja varsinkin puhtaan lehtipuusukupolven kasvattamisella voitaneen todennäköisesti vähentää tyvitervastautia ja sen aiheuttamia kasvutappioita. Kuusen kasvatuksesta tyvitervastaudin vaivaamilla kasvupaikoilla ei ole juuri lainkaan kokemuksia.

Kirjallisuus

- Bruchwald, A. 1984. Estimation of attacking spruce trees by root rot (*Fomes annosus* Fr.) in spruce-pine stands of Puszcza Romincka. *Annals of Warsaw Agricultural University. Forestry and Wood Technology* 32: 7-11.
- Enerstvedt, L.I. & Venn, K. 1979. Råte i eldre granskog. En undersøkelse på hogstflater i Øvre Eiker. Summary: Decay in mature *Picea abies* (L.) Karst. stands. A study on clear-cuttings in Øvre Eiker, Norway. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 35(4). 29 p.
- Falck, R. 1930. Neue Mitteilungen über die Rotfäule. *Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft* 1: 525-566.
- Huse, K.J. 1983. Forekomst av råte i norsk granskog. Abstract: Frequency of butt rot in stands of *Picea abies* (L.) Karst. in Norway. *Norsk Institutt for Skogforskning. Rapport* 83(3). 39 p.
- Kató, F. 1967. Auftreten und Bedeutung des Wurzelschwammes (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) in Fichtenbeständen Niedersachsens. *Julkaisussa Zycha H. & Kató, F. Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte. Schriftenreihe aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt* 39: 9-31.
- Laine, L. 1976. The occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. in woody plants in Finland. *Seloste: Juurikäävän (Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.) esiintymien puuvartisilla kasveilla Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 90(3). 53 p.
- Negrutski, S.F. 1973. *Kornevaja gubka*. 199 pp. Lesnaja Promysl'ennost. Moscow.
- Peace, T.R. 1938. Butt rot of conifers in Great Britain. *Quarterly Journal of Forestry* 32: 81-104.
- Rennerfelt, E. 1946. Om rotrotan (*Polyporus annosus* Fr.) i Sverige. Dess utbredning och sätt att uppträda. Referat: Über die Wurzelfäule (*Polyporus annosus* Fr.) in Schweden. Ihre Verbreitung und ihr Vorkommen unter verschiedenen Verhältnissen. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 35(8): 1-88.
- Rohmeder, E. 1937. Die Stammfäule (Wurzelfäule und Wundfäule) der Fichtenbestockung. *Mitteilungen aus der Landesforstverwaltung Bayerns* 23. 166 pp.
- Siepmann, R. 1984. Stammfäuleanteile in Fichtenreinbeständen und in Mischbeständen. *European Journal of Forest Pathology* 14(4-5): 234-240.
- Werner, H. 1971. Untersuchungen über die Einflüsse des Standorts und des Bestandesverhältnisse auf die Rotfäule (Kernfäule) in Fichtenbeständen der Mittleren Alb. *Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* 20: 9-49.
- 1973. Untersuchungen über die Einflüsse des Standorts und der Bestandesverhältnisse auf die Rotfäule (Kernfäule) in Fichtenbeständen der Ostalb. *Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung*. 22: 27-64.

METSÄNLANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYNTYVITERVAKSEEN

Katriina Jokinen

Johdanto

Suomalaisia tuloksia maan ravinteiden tai metsänlannoituksen vaikutuksesta männnytyvitervaksen aiheuttamiin tuhoihin on toistaiseksi vain niukasti käytettävissä. Asiaa on kuitenkin tutkittu paljon varsinkin Neuvostoliitossa. Siellä (Ukrainassa) tyvitervastaudille alttiille männikölle todettiin olevan tyypillistä epävakaata vesitilanne sekä vähäinen ravinteiden määrä (Jarosevskaja 1970, Ladeistchikova ym. 1974). Typen alhaisen määrän suhteessa muiden ravinteiden määriin sekä typen tai kaliumin niukkuuden fosforiin nähden katsottiin Neuvostoliitossa heikentävän mäntyjen kestävyyttä tyvitervastautia vastaan (Vorosin 1966, Ladeistchikova 1971, Pobegailo 1975, Pobegailo ym. 1980). Fosforia tyvitervastautisissa männiköissä osoittautui olevan enemmän kuin terveissä (Ladeistchikova 1971). Neuvostoliittolaisten tutkimusten mukaan kaliumin määrän arveltiin vaikuttavan ratkaisevimmin männyn kestävyteen juurikääppää vastaan (Jarosevskaja 1970, Negrutski ym. 1975). Englannissa juurikäävän aiheuttamia tuhoja havaittiin runsaasti emäksisillä mailla (Rishbeth 1948, 1951).

Typpilannoituksen (100-200 kg N/ha) todettiin Neuvostoliitossa yleensä parantavan mäntyjen kestävyttä tyvitervastautia vastaan (Aleksejev 1969, 1973, Jarosevskaja 1970, Orekhov ja Bulavik 1979). Suuret typpimäärät (Varttunut puusto kauan metsätalouskäytössä olleella maalla 300 kg N/ha, taimilla jo 100 kg N/ha) kuitenkin heikensivät sekä laboratoriokokeissa että metsikköolosuhteissa kestävyttä (Jarosevskaja 1970, Ladeistchikova ym. 1980, Pobegailo ym. 1980). Altistumisen katsottiin johtuvan siitä, että suuret typpimäärät vähensivät sienten kasvua estävien aineiden määrää puun uloimmissa elävissä solukerroksissa mm. nilassa. Toisaalta nilan ja neulasten korkeiden nukleiinihappopitoisuuksien ja mantopuun runsaan pihkanerityksen havaittiin olevan osoitus männyn hyvästä kestävydestä tyvitervasta vastaan. (Pasternak 1979, Rishbeth 1951). Typpilannoituksen todettiin lisäävän nilan ja neulasten nukleiinihappopitoisuuksia (Pasternak 1979) että mantopuun pihkaneritystä (esim. Kulesza ym. 1962). Typpilannoitus voi siis vaikuttaa olosuhteista riippuen sekä estävästi että edistävästi puun kykyyn vastustaa juurikäpätartuntaa ja sienen leviämistä puussa.

Kali-, fosfori-, NK-, PK- sekä erityisesti täyslannoituksen (NPK), todettiin Neuvostoliitossa lisäävän männyn kestävyttä juurikäpää vastaan sekä ensimmäisen puusukupolven mäntylviljelmillä että vanhoilla metsämailla (Jarosevskaja 1970, Fedorov ym. 1979, Ladeistchikova ym. 1980). Kaikissa metsikköolosuhteissa tehdyissä kokeissa kali- ja täyslannoituksen kestävyttä parantavaa vaikutusta ei havaittu (Aleksejev 1969, Bely ja Aleksejev 1980). Astiakokeista saadut tulokset kuitenkin vahvistivat varsinkin täyslannoituksen, mutta myös kali- ja fosforilannoituksen, edullisen vaikutuksen männyn taimien juurikäpääkestävyyteen (Pobegailo ym. 1980). Astiakokeissa toistuva boorilannoitus altisti männyn taimet juurikäpätartunnalle (Pobegailo ym. 1980). Toisaalta on myös tuloksia, joiden mukaan hivenravinteista boori, sinkki ja koboltti lisäivät männyn kestävyttä juurikäpää vastaan (Fedorov ja Polenschuk 1981). Neuvostoliitossa on esitetty, että varsinkin riukuvaiheen männiköt tulisi lannoittaa täyslannoitteella pelkän typen asemasta, koska täyslannoitus lisää paitsi puiden kasvua myös niiden kestävyttä tyvitervastautia vastaan.

Muualla saatuja tutkimustuloksia ei voida sellaisinaan soveltaa käytännön metsänlannoitukseen Suomessa, vaan tulosten käyttökelpoisuutta arvioitaessa tulisi ottaa huomioon, miten ekologiset olosuhteet maassamme, esim. metsämaittemme ravinnevarat ja ilmasto, poikkeavat tutkimuspaikkojen olosuhteista. Suomessa kangasmetsien kasvua rajoittaa voimakkaimmin typen niukkuus. Metsätyppi kuvastaa maan typpi-, kalium- ja kalsiumvaroja sekä useimmiten myös veden määrää, mutta fosforin määrä ei lisääny metsätyypin muuttuessa viljavammaksi (Viro 1969, Urvas ja Erviö 1974). Lannoituskokeissa viljavien maiden kuusikoissa NP-lannoksella saatiin suurempia kasvunlisäyksiä kuin pelkällä typellä (esim. Kukkola ja Saramäki 1983, Lipas 1984). Paras kasvunlisäys on kuitenkin yleensä saatu typpirikkaalla Y-lannoksella (Gustavsen ja Lipas 1975, Laakkonen ym. 1983, Levula 1987), joka sisältää mm. typpeä, fosforia, kaliumia, magnesiumia ja booria.

Suomessa on vuodesta 1978 lähtien tutkittu metsänlannoituksen ja maan fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien vaikutusta männentyvitervaksen aiheuttamiin tuhuihin. Alkuun aineistoa kerättiin hakkuiden ja myrskytuhojen yhteydessä pääasiassa Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston lannoituskokeilta. Vuosina 1983-85 perustettiin kokeita, joiden tarkoituksena oli selvittää, poikkeavatko maan fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet tyvitervastaudin vaivaamissa osissa metsikköä maan ominaisuuksista terveissä metsikönsissa.

Tässä yhteydessä esitetään muutamia ravinneanalyysituloksia ja suuntaa antavia havaintoja ja vuosina 1983-85 perustetuista kokeista sekä Kerimäellä olevasta lannoituskokeesta myrskyn kaatamia puita tutkittaessa saadut tulokset.

Vuosina 1983-85 perustetut kokeet

Tutkimusmetsiköt sijaitsevat Puumalassa, Sulkavalla ja Taipalsaessa. Mainitut kunnat ovat alueella, jossa tyvitervastautia esiintyy yleisesti kaikenikäisissä männiköissä. Kokeet perustettiin kuuteen metsikköön, joista kaikista löydettiin varmat merkit tyvitervaksesta (itiöemiä, kituvia ja kuolleita mäntyjä ja kuolleita katajia). Metsätyppi koemetsiköissä määritettiin

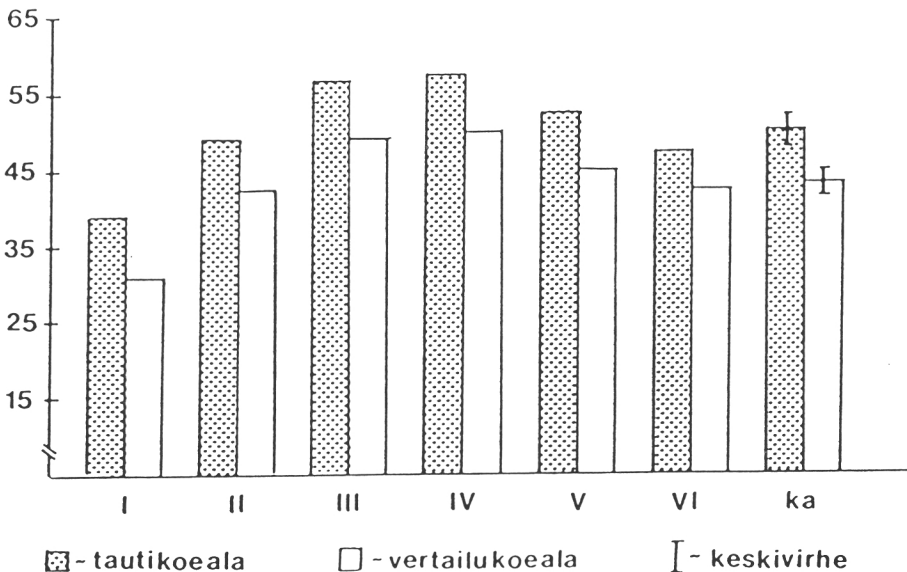
puolukkatyypiksi tai huonohkoksi mustikkatyypiksi. Puusto niissä oli uudistuskypsää tai lähes päätehakkuikäistä.

Jokainen koe koostui kuudesta ympyräkoelasta. Kolme koelaa sijoitettiin tyvitervastaudin vaivaamiin osiin metsiköitä (tyvitervaspesäkkeisiin) ja kolme puustoltaan ja pintakasvilisuudeltaan mahdollisimman vertailukelpoisiin, terveiltä näyttäviin metsikönsisiin. Koelat kartoitettiin, ja niillä tehtiin mittauksia puustosta, kivisyydestä ja humuskerroksen paksuudesta. Puuston kunto (harsuuntuminen) määritettiin silmävaraisesti, ja puista kairattiin näytelastuja laboratoriotutkimuksiin. Koeloilta otetuista maanäytteistä määritettiin fysikaaliset ominaisuudet mm. huokos-, vesi- ja ilmatilat sekä tehtiin kemiallinen ravinneanalyysi erikseen humuksesta ja kivennäismaasta.

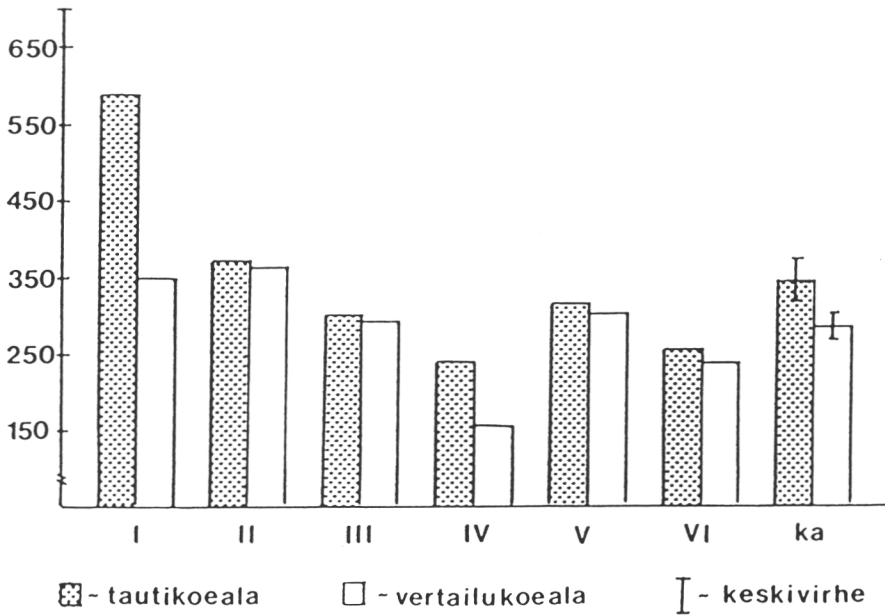
Lopulliset tulokset kokeista eivät vielä ole käytettävissä. Lähinnä suuntaa antavana havaintona kuitenkin mainittakoon, että ravinteiden määrä maassa oli magnesiumia, kalsiumia ja joitakin hivenravinteita lukuunottamatta tautikoealoilla alhaisempi kuin terveinä pidetyissä osissa tutkimusmetsiköitä. Ravinteiden määrissä oli huomattavaa vaihtelua eri kokeiden välillä, eivätkä ravinemäärät selittäneet johdonmukaisesti tautisuutta. Ainoastaan vaihtuvan magnesiumin määrä humuksessa sekä kasveille sellaisenaan käyttökelpottoman kaliumin määrä (kaliumvarastot) kivennäismaassa olivat kaikissa kokeissa tyvitervastaudin vaivaamissa metsikönsiosissa korkeammat kuin terveissä (kuvat 1 ja 2). Neljässä koepaikassa kuudesta vaihtuvaa kalsiumia oli vähemmän ja pH oli korkeampi tautikoealoilla kuin terveinä pidetyissä osissa metsiköitä. Ravinnesuhteet saattavat selittää tautisuutta paremmin kuin yksittäisten ravinteiden määrät.

Tyvitervaksen esiintyminen myrskytuhopuissa Patasalon lannoituskokeessa Kerimäellä

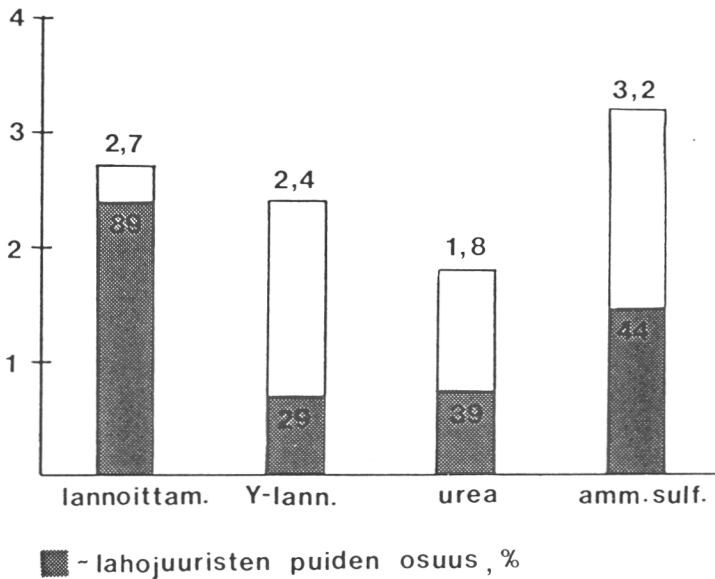
Kysymyksessä on Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston lannoituskoe 224, joka perustettiin vuonna 1966. Kokeen tarkoituksena oli vertailla eri tyypilannoitteita ja -annoksia. Koe koostui 0,1 ha suuruisista ympyräkoeloista, jotka järjestettiin puuston pohjapinta-alan perusteella 7 toistoon. Kussakin toistossa oli 10 käsittelyä: Y-lannos (18-12-6), ammoniumsulfaatti ja urea, kukin kolmella tasolla, 80, 160 ja 240 kg N/ha sekä lannoittamaton kontrolli. Kokeessa oli lisäksi kolme ylimääräistä lannoittamatonta koelaa, joten se käsitti kaikkiaan 73 koelaa. Vuonna 1966 koemetsikön ikä oli 90 v, runkoluku 420 kpl/ha, keskipituus 21,1 m, pohjapinta-ala 18,1 m²/ha sekä kuutiomäärä 175 m³/ha.



Kuva 1. Vaihtuvan magnesiumin määrä (mg/l) kivennäismaassa eri kokeissa (I-VI) ja kaikkien kokeiden keskiarvona (ka).



Kuva 2. Varastokaliumin määrä (mg/l) kivennäismaassa eri kokeissa (I-VI) ja kaikkien kokeiden keskiarvona (ka).



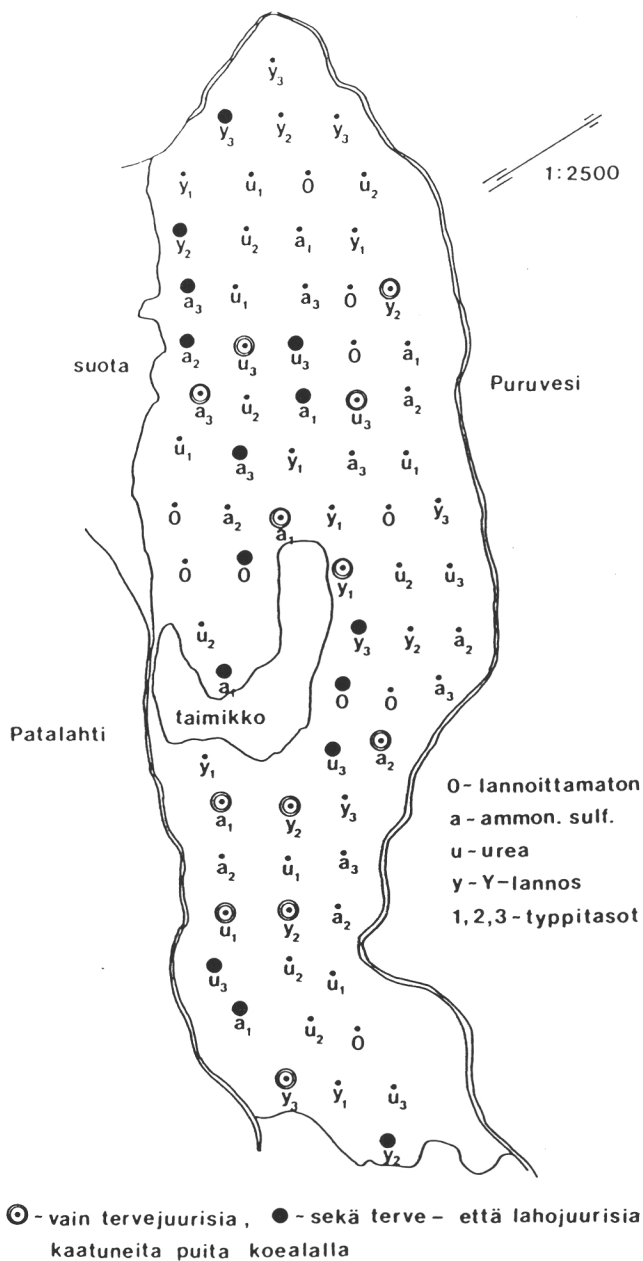
Kuva 3. Kaatuneiden ja sairaiden puiden osuudet (%) eri käsittelyissä.

Vuonna 1977 kokeella oli yhteensä 2 458 puuta, joista myrsky kaatoi kaikkiaan 62 puuta (2,5 %). Kaatuneiden puiden juuristot tutkittiin, ja juurista otettiin näytteitä laboratoriotutkimuksia varten. Myrskyn kaatamia puuta oli suhteellisen vähän, eikä tiedetä, oliko metsikössä tyvitervastautia ennen kokeen perustamista, joten aineiston perusteella ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Myrsky kaatoi eniten puuta ammoniumsulfaattilla ja vähiten urealla lannoitetuilta koealoilta (kuva 3). Lannoittamattomia puuta kaatui enemmän kuin ureaa tai Y-lannosta saaneita puuta (kuva 3). Valtaosa (89 %) lannoittamattomista myrskyn kaatamista puista todettiin tyvitervastaudin vaivaamiksi (kuva 3). Terveimpiä myrskyn

kaatamista puista olivat Y-lannoksella lannoitetut puut, ja myös urealla ja ammoniumsulfaa-
tilla lannoitetuilla koaloilla tyvitervastautisten puiden osuus oli pienempi kuin lannoittamat-
tomilla koaloilla.

Laihon (1987) mukaan lannoituksen lisäksi hakkuut, maastomuodot sekä puiden sijainti
metsikössä vaikuttavat puiden alttiuteen kaatua myrskyssä. Aukon myrskytuhoalttiutta
lisäävä vaikutus näkyi myös Patasalon kokeessa. Koemetsikön sisään jää pienialainen
taimikko, jonka ympärillä on samalla alueen korkein kohta (kuva 4).

Myrsky kaatoi puita kaikilta taimikkoa ympäröiviltä koaloilta, eikä lannoittamattomia
puita kaatunut muualta koalueelta kuin taimikon reunoilta.



Kuva 4. Myrskytuhot ja myrskyn kaatamien puiden juuristojen lahoisuus Patasalon lannoituskoekesä.

Kirjallisuus

- Aleksejev, I.O. 1969. Lesohozjaistvennyje mery bordy s kornevoi gubkoi. Moskova.
- 1973. Use of chemicals and mineral fertilizers for controlling *Fomes annosus* in stands of *Pinus*. (Venäjäksi) Visn. Sil's spod Kohki Nau : 566-70.
- Belyi, G.O. & Aleksejev, I.A. 1980. Growth and resistance of Scots pine plantations to *Heterobasidion annosum*. (Venäjäksi) Lesnoe Khozjaistvo 2: 55-57.
- Fedorov, N.I., Raptunovich, E.S. & Snigirev, G.S. 1979. Effect of mineral fertilizers on the condition of pine plantations damaged by butt rot. (Venäjäksi) Lesovedenie i Lesnoe Khozjaistvo 14: 87-93.
- & Polenschuk, J.M. 1981. Conifer root rot studies in the USSR for the years 1976-1978. *European Journal of Forest Pathology* 11: 44-50.
- Gustavsen, H. & Lipas, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvun lisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. *Folia Forestalia* 246: 1-20.
- Jarosevskaja, V.N. 1970. Lesnoje kultury, LTA. 120 ss. Leningrad.
- Kukkola, M., & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 114: 1-55.
- Kulesza, J., Baranowska, I. & Szaniawska, D. 1962. Proby intensyfikacji zywicowania na drodze nawozenia i stosowania preparatow rozczedzajacych zywiec. Summary: Attempts to intensify resin exudation by means of fertilizers and resin diluting chemicals. *Sylvan* 106(3): 55-62.
- Laakkonen, O., Keipi, K. & Lipas, E. 1983. Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä. Summary: Profitability of nitrogen fertilization in mature forest on mineral soils. *Folia Forestalia* 577: 1-20.
- Ladeistchikova, E.I. 1971. Teoksessa: Zastsita lesa ot vrednyh nasekomyh i bolezhnei. Vsesojuznaja nauksotehnitseskaja konferentsija. *Doklady, Tom. 2: 108-111*. Moskva.
- Pobegailo, A.I., Belyi, G.D. & Korobchenko, A.G. 1974. Pine stands resistant and susceptible to butt-rot fungus. (Venäjäksi) *Lesovedenie* 1974 (4): 56-62.
- Pobegailo, A.I., Belyi, G.D., Pasternak, G.M. & Chernykh, A.G. 1980. On application of fertilizers in pine forests predisposed to damage by *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. (Venäjäksi) *Lesovedenie* 1980 (2): 3-9.
- Laiho, O. 1987. Metsiköiden alttius tuulituhoille Etelä-Suomessa. Summary: Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 708: 1-24.
- Levula, T. 1987. Urea metsänlannoitteena. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 270: 10-13.
- Lipas, E. 1984. Uusintalannoitus kangasmailla. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1983. Parkanon tutkimusasema. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 48-55.
- Negrutski, S.F., Sychev, P.A. & Boiko, M.A. 1975. Soil factors in the resistance of pine species to the fungus *Fomitopsis annosa*. (Venäjäksi) *Biosfera Chel. Mater. Vses. Simp. 1st: 94-96*.
- Orehhov, D.A. & Bulavik, I.M. 1979. Investigation of soil activity in relation to *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. (Venäjäksi) *Mikologiya i Fitopatologiya* 13(3): 241-246.
- Pasternak, G.M. 1979. Effect of root nutrition (fertilizer treatment) under conditions of *Heterobasidion annosum* attack on the nucleic acid content of Scots pine tissues. (Venäjäksi) *Lesovodstvo i Agrosomelioratsiya* 54: 53-59.
- Pobegailo, A.I. 1975. Mineral nutrition of Scots pine stands resistant and susceptibility to *Fomes annosus*. (Venäjäksi) *Lesovodstvo i Agrosomelioratsiya Resp. mezvelomstvenii temat. nauch. sb. 40: 66-73*.
- , Ladeistchikova, E.I. & Ladnykh, L.F. 1980. Effect of fertilizers on the potential resistance of pine to the root fungus. (Venäjäksi) *Biologicheskije Nauki* 11: 81-86.
- Rishbeth, J. 1948. *Fomes annosus* Fr. on pines in east Anglia. *Forestry* 22: 174-183.
- , 1951. Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. III natural and experimental infections of pines, and some factors affecting severity of the disease. *Annals of Botany (N.S.)* 15: 221-247.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Abstract: Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 46: 307-319.
- Viro, P.J. 1969. Prescribed burning in forestry. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 67(7): 1-49.
- Vorosin, L.E. 1966. Potsvy sosnovth nasazdenii povredennijh kornevoi gubkoi. Tezisy dokladov. Ukr. NIILH: 70-80.

VAURIOIDEN VAIKUTUS LAHON LEVIÄMISEEN

Anna-Maija Hallaksela

Metsätyön koneellistuminen ja ympärivuotiset hakkuut ovat lisänneet puuston vaurioitumisvaaraa. Sulan maan aikana maa on pehmeää, ja juuristot sekä rungot vaurioituvat helposti. Lisäksi ilmassa on paljon lahottaja- ja sinistäjäsiementen itiöitä, jotka voivat iskeytyä vaurioihin.

Lahon leviämiseen puun vaurioituessa vaikuttavat vaurion sijainti sekä sen syvyys ja koko. Lahottajan saatua vauriokohdasta kulkutien puuhun, sen eteneminen riippuu puun puolustusreaktioiden voimakkuudesta, johon taas on vaikuttamassa puun elinvoima. Puun elinvoimaan vaikuttavat sen omat geneettiset ominaisuudet ja kasvupaikka.

Lahot runko-osissa

Vauriotutkimukset ovat toistaiseksi keskittyneet puulajeista kuuseen. Tämä erittely pohjautuu pääosin tutkimustuloksiin vaurioista, jotka tehtiin kuusiin keinotekoisesti Punkaharjulla sekä ajourien varsilla Jokioissa. Vauriokoot olivat joko 100 cm² tai 400 cm², pinnallisia kuoren rikkovia tai syviä puuainesta murskaavia vioituksia.

Kookkaimmat lahoviat lähtivät syvistä juurenniskavaurioista. Ajourien varsilla vaurioituksissa kuusissa olivat myös juurenniskaalueet herkimät laholle. Lisäksi mitä suurempi ja syvempi ajovaurio oli sen voimakkaammin laho levisi (Isomäki & Kallio 1974). Juurenniskan osuutta lahoalittiuteen on tutkittu myös muissa pohjoismaissa (Huse 1978, Solheim & Selås 1986).

Runkovaurioissa (1,3 m kaatokorkeudesta) oli värvika miltei kaikissa vauriipuissa. Väri muodostui kuitenkin usein vain puun ja mikrobin välisestä taistelusta, joka oli päättynyt puun voittoon. Lahovika jäi useimmiten alle 50 cm. Runkovaurioissakin pätee sama kuin juurenniska-alueella, suurimmat ja syvimät olivat herkimpiä pitkälle etenevälle laholle. Vaurion syvyyttä pidetään jopa tärkeimpänä lahoalittiuden selittäjänä (Solheim & Selås 1986). Eikä juuri- ja runkovaurion välillä ole nähty eroa (Huse 1978).

Juurivaurioiden lahot

Yllättävintä oli etteivät juurivauriolahot (vaurio 1 m etäisyydellä puun tyveltä, vauriona katkaistu juuri) nousseet edes kannon kaatopintatasolle. Yhtenä syynä voidaan pitää sitä, että koemetsiköissä (Punkaharju) ei liikkunut ihmistä suurempaa konetta ja karikekerros peitti pian ihmisen tekemät vauriot ja suojaasi juuria kuivumiselta. Ajovaurioselvityksessä havaittiin lahoa nousevan kaikista juurivaurioista, joiden pituus oli yli 30 cm. Toisaalta myös juurivauriot, jotka ovat 0,5 m lähempänä runkoa saavat lahovian yhtä herkästi kuin runkovaurio (Huse 1978).

Kairaus lahon aiheuttajana

Kuusen elinvoima ei yleensä horju kairanreiän aiheuttamasta vioituksesta. Lahovika pystyy etenemään kairanreiästä lähtien huomattavasti heikentyneessä kuusessa.

Vaurion ikä

Viiden vuoden kuluttua vaurioituksesta oli lahopatsaan maksimipituus 2,5 m. Runkovaurioiden lahot nousivat vain harvoin yli yhden metrin. Juurenniskavauriolahot olivat jo viidessä vuodessa pitempiä kuin runkovaurion lahot. Kymmenen vuoden kuluttua laho saavutti usein jo yli kolmen metrin korkeuden, maksimin ollessa 5 m. Vaikka useat lahot etenivätkin kymmenessä vuodessa alle metrin korkeudelle (26-70 % lahoista), niin toisaalta pisimmät runkolahot olivat jo yli 3 m pitkiä (20 % lahoista). Värvivika, mikäli se on lahottajan aiheuttama, näyttää etenevän kohtuullisen pienestä vauriosta kuudessa viidessä vuodessa keskimäärin 1 m ja kymmenessä vuodessa n. 3 m. Samaa kasvuvauhtia on kuvattu aikaisemminkin vuoden vanhoissa vaurioissa 25 cm/vuosi (Kallio 1973). Lahon etenemismatka on ensimmäisten kymmenen vuoden aikana vuosittain keskimäärin sama ja sen jälkeen nopeus hidastuu (Isomäki & Kallio 1974). Norjalaiseen tutkimukseen verrattaessa (Huse 1978) on lahon etenemisnopeus Suomessa 2–3 kertainen. Lahon etenemisnopeus riippuu tietysti niin monesta tekijästä, ettei pidä kaavamaisesti ajatella vauriokoon ja vaurion iän selittävän lahon etenemissenttimetrejä.

Lahottajat

Verinahakka (*Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schw. ex Fr.) Fr.) oli yleisin lahottajasieni kuusen vaurioissa sekä viiden että kymmenen vuoden kuluttua. Miltei kaikissa merkittävässä lahoissa (>1 m) tämä sieni oli värvian aiheuttaja. Lahottajasienet eivät pystyneet tunkeutumaan suinkaan kaikkiin vaurioihin. Tutkimusaineistossa oli runsaasti (25-45 % vaurioista) vauriokohtia, joista nousi alle metrin korkeuteen vain vihertävä värvivyöhyke. Verinahakan merkitys vauriolahottajana on tunnetusti merkittävä (Solheim & Selås 1986, Hallaksela 1984, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980). Puuaines on altis tämän lahottajan hyökkäyksille heti puun vaurioitumisen jälkeen ja usean vuoden ajan (Pawsey ja Stankovicova 1974).

Tyvilahon aiheuttajana tunnettu juurikäpää (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) -sieni ei ole verinahakan tapaan yleinen kuusen maanpäällisissä vaurioissa. Sienen esiintyminen riippuu metsikön juurikäpää-saastunnasta, kun taas verinahakka löytyy sieltä missä kuusen runko vaurioituu. Verrattaessa kahta paikkakuntaa Jokioista ja Punkaharjua on edellisen kunnan alueella runsaasti tyvilahoa kuusikoissa ja juurikäpää iskeytyy myös puiden vaurioihin. Sitävastoin Punkaharjulla ei ole merkittävästi kuusen tyvilahoa eikä sieni saastuta kuusen vaurioitakaan.

Jossain määrin vaurioissa viihtyvät muutkin lahottajasienet kuten *Resinicium bicolor* (Alb. & Schw. ex Fr.) Parm., *Cylindrobasidium evolvens* (Fr.) Jül. (Solheim & Selås 1986, Hallaksela 1984, Huse 1978).

Tutkimusaineiston kirjavuus kuvastaa suurta vaihtelua puiden välillä. Maastossakin on helposti havaittavissa, kuinka vierekkäisten puiden lahontorjuntakyky saattaa vaihdella huomattavasti. Osa puista oli niin elinvoimaisia, ettei ainakaan kymmenessä vuodessa vaurioalueelle kehittynyt kuin kapea tumma reaktiovyöhyke. Voidaan arvella, että puiden yksilöllisyys hämärtyy usein tilastojen alle.

Kirjallisuus

- Hallaksela, A-M. 1984. Bacteria and their effect on the microflora in wounds of living Norway spruce (*Picea abies*). Seloste: Bakteerit ja niiden vaikutus elävien kuusien vaurioiden mikrobilajistoon. Communications Institutit Forestalis Fenniae 121: 1-25.
- Huse, K.J. 1978. Misfarging og mikroflora i sår etter tynningsdrift i granskog. Summary: Discoloration and microflora in wounds due to thinning operations in stands of *Picea abies* (L.) Karst. Norsk institutt for Skogforskning. 54 pp.
- Isomäki, A. & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce *Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: Puunkorjuukoneiden aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. Acta Forestalia Fennica 136: 1-25.

- Kallio, T. 1973. *Peniophora gigantea* (Fr.) Massee and wounded spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Seloste: Peniophora gigantea ja kuusen vauriot. Acta Forestalia Fennica* 133: 1-28.
- Pawsey, R.G. & Stankovicova, L. 1974. Studies of extraction damage decay in crops of *Picea abies* in southern England. II. The development of *Stereum sanguinolentum* following experimental wounding and inoculation. *European Journal of Forest Pathology* 4: 203-214.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1980. Micro-organisms which invade *Picea abies* in seasonal stem wounds. I. General aspects. *Hymenomycetes. European Journal of Forest Pathology* 10: 321-339.
- Solheim, H. & Selås, P. 1986. Misfarging og mikroflora i ved etter sårning av gran I. *Utbredelser etter 2 år. Discoloration and microflora in wood of Picea abies (L.) Karst. after wounding I. Spread after 2 years. Norsk institutt for Skogforskning. Rapport* 7: 1-16.

JUURIKÄÄPÄKESTÄVYYTTÄ TAUDINKESTÄVYYSJALOSTUKSELLA

Kim von Weissenberg

Kuusen ja männyn juurikäpäkestävyyden lisääminen taudinkestävyysjalostuksen keinoja käyttäen on jo kauan ollut tutkimuksen, kokeilun ja oletusten kohteena (Weissenberg 1980). Onnistumismahdollisuudet ovat yhä rajalliset, mutta pitkä askel eteenpäin otettiin, kun etupäässä Suomessa tehtyjen tutkimusten perusteella saatiin lisää selvyyttä juurikäpäsieniopopulaation sisäisestä rakenteesta eli S- ja P-tyyppien olemassaolosta (Korhonen 1978). Aivan viime aikoina on Yhdysvalloissa todettu kolmannen, ns. V-risteytystekijän olevan mukana säätelemässä S ja P-tyyppien keskinäistä ja sisäistä risteytymistä (Chase & Ullrich 1988). Käsitksemme taudinaiheuttajasta ja sen genetiikasta täsmentyvät siis koko ajan, joten isäntäkasvin ja taudinaiheuttajan muodostaman kokonaisuuden toista osapuolta, taudinaiheuttajaa, voidaan tutkia entistä tarkemmin menetelmin.

Toinen osapuoli, isäntäkasvi, aiheuttaa tutkijoille edelleen ongelmia: ei tiedetä tarkkaan, mitkä tekijät säätelevät taudinkestävyyttä, eikä mäntyä kyetä vielä lisäämään kasvullisesti. Jälkimmäinen ongelma poistunee kuitenkin lähiaikoina voimakkaasti lisääntyneiden, ja osittain juuri tähän ongelmaan keskittyneiden, geeniteknologisten tutkimusten johdosta. Taudinkestävyyden puiden välisistä vaihteluista ollaan yksimielisiä; vaihteluihin viittaavat sekä kenttähavainnot että tutkimustulokset. Kestävyyteen vaikuttavista keskeisimmistä tekijöistä tiedetään kuitenkin hyvin vähän. Mieluiten solu- ja molekyyllitasolla olisi päästävä selville siitä, missä solukossa, mihin aikaan ja millä tavoin kestävyttä ilmenee. Tällaiset yksityiskohtaiset tiedot tekevät mahdolliseksi käyttää hyväksi jalostuksen uusimpia ja tehokkaimpia keinoja, geeniteknikkaa ja solukkoviljelyä. Nämä keinot ovat niin tehokkaita ja nopeita, että laajojen metsänviljelykokeiden järjestäminen olisi mahdollista jo muutaman kymmenen vuoden kuluttua.

Sienipopulaatiot voivat muuntautua huomattavasti nopeammin kuin metsänjalostajat pystyvät vaikuttamaan isäntäkasvipopulaatioihin, esim. mänty- ja kuusimetsiin. Toistaiseksi ei ole kuitenkaan näyttöä nopeista geenimuutoksista, jos sekä isäntäkasvi että taudinaiheuttaja ovat kotoperäisiä ja jalostamattomia. Toisin on, jos isäntäkasvia on vuosittain jalostettu yhä pitemmälle erikoistuneiksi lajikkeiksi ja jos joko isäntäkasvi tai taudinaiheuttaja tai molemmat eivät ole kotoperäisiä vaan muualta peräisin. Geeniteknologiassa voidaan käyttää myös sellaista geneettistä materiaalia isäntäkasvissa, johon taudinaiheuttaja ei voi mukautua. Ainakin teoriassa on mahdollista, että taudinaiheuttajan aiempi isäntäkasvi voidaan muuttaa sille sopimattomaksi.

Edellä esitetystä kuultaa tietty optimismi. On kuitenkin koko ajan muistettava, että hyvinkin lupaavien tutkimustulosten soveltaminen jalostuksen kautta käytännön metsänviljelyyn kestää hyvin kauan. Näin ollen on jatkuvasti ja ensisijaisesti ponnisteltava sellaisen tutkimus- ja kehittämistyön kanssa, joka tuo juurikääpäongelmaan lievennystä ja myös ratkaisuja hyvän metsänhoidon kautta. Tähän on Suomessa hyvät edellytykset.

Kirjallisuus

- Chase, T.E. & Ullrich, R.C. 1988. Heterobasidion annosum, root and butt-rot of trees. *Advances in plant pathology*, vol. 6, p. 501- 509.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of Heterobasidion annosum. Seloste. Juurikäävän risteytymis-suhteet. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 94(6): 1-25.
- Weissenberg, K. von 1980. Resistance of Picea abies to Heterobasidion annosum. ss 67-74 teoksessa *Proc. 5th Int. Conf. Problems Root and Butt Rot in Conifers*. Hann. Münden, 1978. 425 ss.

Kansikuva: Juurikäävän tappama männyn taimi Kiikassa. Valok. Kari Korhonen.

ISBN 951-40-1029-9
ISSN 0358-4283