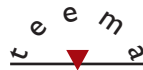


Kari Korhonen ja Katriina Lipponen

Juurikäpä – lajit, levinneisyys ja torjunnan nykytilanne



Tuskin mitään muuta puiden taudinaiheuttajaa on tutkittu niin paljon kuin juurikäpää, sientä joka tuottaa maailmaan runsaasti lahovikaista havupuuta. Työskennellessämme yli 20 vuotta lahottajasienten parissa olemme vuosien mittaan keränneet juurikäpää koskevia kirjallisuusviitteitä. Vaikka kokoelma ei ole täydellinen, siihen sisältyy nykyisin n. 2 200 tieteellistä artikkelia, jotka kokonaan tai osittain käsittelevät tätä sientä. Jos tieteellisissä kokouksissa esitetyt artikkelit lasketaan mukaan, nousee lukumäärä lähes 3 000:een. Lisäksi tulee suuri joukko väitöskirjoja ja erilaisia katsausartikkeleita, yleistajuisista kirjoituksista puhumattakaan.

Voisi luulla, että juurikäävistä tiedetään jo kaikki. – Valitettavasti ei tiedetä, ei ainakaan niin paljoa, että tuhot pystyttäisiin kaikissa tapauksissa torjumaan. Laaja ja kaiken aikaa lisääntyvä kirjallisuus osoittaa, että juurikäpä on pysyvä ja vaikea ongelma, joka tulee ottaa huomioon talousmetsien kasvatuksessa. Juurikäpä onkin nimenomaan talousmetsien tuholainen – luonnonmetsissä, jotka ovat ihmisen vaikutuksen ulkopuolella, se on vain yksi sieni muiden joukossa.

Juurikäpä on lajiryhmä

1970-luvun lopulle asti juurikäpää pidettiin yhtenä lajina, jonka levinneisyysalue käsitti suurimman osan pohjoisen pallonpuoliskon havumetsistä ja osia eteläisestäkin. Nykyinen kuva on hyvin toisenlai-

nen, eikä vielä kaikilta osin selkeä. Seuraavat entisestä juurikäävistä erotetut lajit ja -alalajit tunnetaan (hyväksytyt lajit alleviivattu):

Männynjuurikäpä (P-tyyppi, *Heterobasidion an-nosum sensu stricto*) esiintyy useimmiten mäntymetsissä, joissa se vaivaa männyn ohella muitakin sekapuina kasvavia puuvartisia, erityisesti katajaa ja kuusta, mutta myös lehtipuita. Puhtaista kuusi-koistakin sitä löytyy; mm. Etelä-Suomessa n. 10% kuusikoiden juurikäävistä on männynjuurikäpää. Sientä tavataan lähes kaikkialla Euroopassa 63. leveyspiirin eteläpuolella, lukuunottamatta kaikkein kuivimpia Välimerenmaiden mäntymetsiä. Levinneisyys itään päin on epäselvä, mutta ainakin Altain alueen mäntylviljelmillä Etelä-Siperiassa sieni tekee tuhojaan.

”Amerikan männynjuurikäpä” (Pohjois-Amerikan P-tyyppi) on ehkä edellisen alalaji. Se muistuttaa ekologiaaltaan eurooppalaista sukulaistaan ja ainakin laboratoriossa risteytyy sen kanssa. Geneettisten selvitysten mukaan se on kuitenkin muuten melko erilainen, ja on epäselvää, voidaanko se lukea samaan lajiin. Se on levinnyt yli koko Pohjois-Amerikan mantereen Kanadan eteläosista Meksikoon. Pahimmat tuhot se on aiheuttanut USA:n kaakkoisvaltioiden mäntylviljelmillä.

Kuusenjuurikäävän (S-tyyppi, *H. parviporum*) laaja levinneisyysalue ulottuu Keski- ja Pohjois-Euroopasta Etelä-Siperian yli Kiinaan ja Japaniin, sekä etelässä ilmeisesti Himalajan itäosiin, joskin siellä sieni alkaa muistuttaa pihdanjuurikäpää. Euroopas-

sa kuusenjuurikäpää lahottaa melkein yksinomaan kuusta ja on kuusen luontaisella levinneisyysalueella tämän puulajin merkittävin lahonaiheuttaja (luontaisen levinneisyysalueen ulkopuolelle perustettuja kuusiviljelmiä vaivaa usein männynjuurikäpää). Idempänä myös siperianpihta sairastuu yleisesti. Itä-Aasiassa kuusenjuurikäpää tavataan useilla kuusija pihtalajeilla, mutta taudinaiheutuskyky sikäläisiä puita vastaan näyttää olevan heikko.

”Amerikan kuusenjuurikäävän” (Pohjois-Amerikan S-tyyppi) suhteen on myös epäselvää, voidaanko se lukea saman lajiin eurooppalaisen vastineensa kanssa. Lajiehdoikkaita on itse asiassa kaksi, sillä tämä sieni on läheistä sukua sekä kuusen- että pihdanjuurikäävälle. Sitä tavataan vain Pohjois-Amerikan länsiosissa, Alaskan eteläosista Meksikoon. Se lahottaa useisiin sukuihin kuuluvia havupuita; näitä ovat mm. *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga* ja *Sequoiadendron*.

Pihdanjuurikäpää (F-tyyppi, *H. abietinum*) on toistaiseksi tunnistettu vain Euroopasta, jossa se on kuusenjuurikäävistä selvästi erillinen laji. Levinneisyys ulottuu pohjoisessa Puolaan, lännessä Ranskaan, etelässä Italian ja Kreikan eteläosiin ja idässä Bulgariaan. Pihdanjuurikäpää on erikoistunut Etelä- ja Keski-Euroopan pihtalajeille, mutta saattaa tarttua myös pihtametsässä sekapuuna kasvavaan kuuseen.

Araukarianjuurikäpää (*H. araucariae*), jota tavataan Australiassa, Uudessa Seelannissa ja lähisaarilla, eroaa monessa suhteessa pohjoisen pallonpuoliskon lajeista. Käytännön metsätalouden kannalta on merkittävää, että se ei lahota eläviä puita. – Aasian itä- ja eteläosissa esiintyy melko yleisenä toinenkin ei-patogeeninen suvun edustaja, *H. insulare*, jota ei lueta juurikäpäryhmään. Se on huonosti tunnettu, koska sillä ei ole taloudellista merkitystä. Aivan äskettäin tämäkin vanha laji on osoitettu lajiryhmäksi.

Monilla alueilla, mm. suurimmassa osassa Siperiaa, Himalajan länsiosissa ja Lähi-Idässä esiintyvän juurikäävän geneettisiä ominaisuuksia ei ole vielä tutkittu.

Suomen kaksi juurikäpäälajia, kuusenjuurikäpää ja männynjuurikäpää, voidaan melko varmasti tunnistaa kääpien ulkonäön perusteella: kuusenjuurikäävällä on pienemmät pillit sekä samettimainen käävän reunuksen yläpinta, joka männynjuurikää-

vällä on kova. Pihdanjuurikäpää on ulkonäöltään näiden kahden lajin välissä, joten lajien erottaminen on vaikeampaa alueilla, joilla se esiintyy yhdessä muiden kanssa. Varmaan lajinmäärittäykseen tarvitaan laboratoriossa tehtävä testi.

Vaikka entinen yksinkertainen juurikäpää on muuttunut sekavannäköiseksi lajiryhmäksi, tuhojen torjunnan kannalta tilanne on selkiytynyt. Eri juurikäpäälajit ja -alalajit eroavat toisistaan ekologisten vaatimusten suhteen, ja niiden tunteminen antaa luonnollisesti varmemman pohjan sienien käyttäytymisen ymmärtämiseen, mm. kestävien puulajien valintaan.

Maailmanlaajuisesti tilanne on kiinnostava. Mitä tapahtuu, jos amerikkalainen kuusen- tai männynjuurikäpää leviää Eurooppaan tai päinvastoin? Tai jos männynjuurikäpää siirtyy Uuden Seelannin mäntyviljelmille, maahan jossa aikaisemmin oli vain vaaraton araukarianjuurikäpää? Millaisia ovat ominaisuuksiltaan eri mantereilta peräisin olevien juurikäpien risteymät? – On olemassa lukuisia surullisia kertomuksia kasvitautien leviämisestä mantereilta toiselle. Joskaan juurikäävän aiheuttama uhka ei liene tässä suhteessa verrattavissa esim. jala-vatautiin (*Ophiostoma ulmi*) tai kastanjansurmaan (*Cryphonectria parasitica*), asiaan kannattaa kiinnittää huomiota mannertenvälisessä puutavaraliikenteessä.

Tuhot maailmanlaajuiset

Juurikäpää – juurikääväksi luetaan tässä vain eläviä puita lahottavat lajit – koetaan pahimpana metsätalouden ongelmana Euroopassa, Etelä-Siperiassa sekä osissa Pohjois-Amerikkaa. Pohjoisimmissa havumetsissä juurikäpää on harvinainen tai puuttuu kokonaan, kuten ikiroudan alueelta. Myös subtrooppisissa havumetsissä se on harvinainen, ja eteläisellä pallonpuoliskolla sitä ei ole tavattu lainkaan.

Suomessa juurikäävän aiheuttama lahovikaisuus on runsasta vain maan eteläosissa. Kokkolan ja Kuopion pohjoispuolella sieni on melko harvinainen, vaikka kuusenjuurikäpää tavataan lähelle kuusen levinneisyyden pohjoisrajaa. Männynjuurikäävän levinneisyyden pohjoisraja on Kuopion tienoilla. Suurimmat tuhot juurikäpää aiheuttaa rannikko-seutujen kuusikoissa sekä kuusen parhailla kasvu-

alueilla Lounais-Suomessa, Hämeessä ja Satakunnassa. Näillä alueilla keskimäärin joka kuudes tai seitsemäs päätehakkuiäkäinen kuusi on juurikäävän tartuttama. Syynä ovat ilmeisesti maaperätekijät sekä muuta maata pitempi sulan maan kausi, mikä on lisännyt sienien leviämismahdollisuuksia. Järvi-Suomen kuusikot ovat terveempiä. Yleisesti ottaen kuusen lahovikaisuus lisääntyy maaperän ravinteikkouden ja pH:n lisääntyessä sekä etelään päin siirtyäessä. Etelä-Ruotsissa ja Baltian maissa tuhot ovat selvästi suuremmat kuin meillä.

Mänty sairastuu meillä männynjuurikäävän aiheuttamaan tyvitervastautiin merkittävässä määrin vain maan kaakkoisoissa. Kesäaikaisen egyptinparurujen hakkuun epäillään olevan osasyynä tähän, mutta myös maaperätekijöillä ja ilmastolla lienee oma osuutensa. Ruotsista männyn tyvitervastautia on raportoitu verrattain vähän, mutta Baltian maissa ja siitä etelään mäntyviljelmät sairastuvat usein pahoin.

Levinneisyysalueellaan Euroopassa juurikäpää löytyy enemmän tai vähemmän lähes kaikista havumetsistä, mutta erityisen pahasti se vaivaa viljelmiä, jotka on perustettu ei-metsämaalle: entisille pelloille, laidunmaille yms. Sodan jälkeen Itä-Euroopassa metsitettiin paljon peltoja männyllä – monet näistä viljelmistä ovat sittemmin täysin tuhoutuneet. Melkoinen osa istutuksista oli ylitiheitä, mikä vielä edesauttoi sienien leviämistä (väitetään eräänä syynä ylitiheisiin viljelmiin olleen se, että lisenkolaisen ideologian mukaan tiheässä kasvavat puut eivät kilpaile keskenään vaan auttavat toisiaan – väitteessä on sikäli perää, että kilpailu heinien taholta väheni). Myös kuusi kärsii usein pahasti pelloille perustetuilla viljelmillä. Suomen metsitetyillä pelloilla juurikäävän tuhot näyttävät kuitenkin olevan pienempiä kuin yleensä muualla.

Juurikäävän aiheuttamien kokonaistappioiden tarkka arviointi on vaikeaa. Eri lähteissä esitetyt luvut vaihtelevat osittain siitä riippuen mitä seuraustuhoja (kasvutappioita, tuulenkaatoja, haittoja teollisuusprosesseille yms.) lasketaan mukaan. Euroopan Unionissa vuotuisten tappioiden on arvioitu olevan karkeasti 450–800 milj. euroa (2,7–4,8 mrd. mk) ja Suomessa 35 milj. euroa (200 milj. mk) (Woodward ym. 1998).

Lahon kuusen määrä Etelä-Suomessa

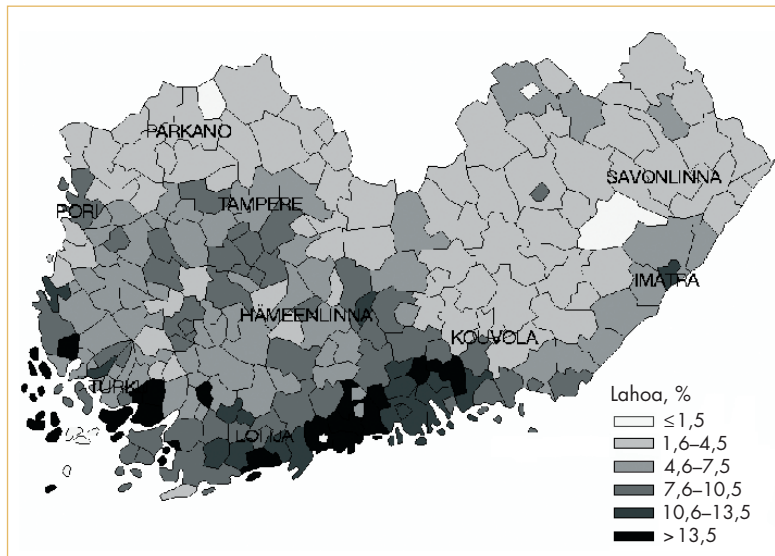
Kuusen tyvilahosta juurikäävän osuus Etelä-Suomessa on n. 80 %, ehkä ylikin. Eri tutkimusten mukaan kuusten kantoarvo Etelä-Suomessa alenee tyvilahon takia keskimäärin n. 3–6 %; luku riippuu paljon eri puutavaralajien suhteellisista hinnoista. Kuusitukista menetetään keskimäärin n. 9 %. Yleisesti esitetty luku on metsänomistajille koitua keskimäärin 5 %:n suuruinen metsätulojen menetys kuusikon kiertoaikana. Yksittäinen metsänomistaja voi menettää päätehakkuussa yli 30 % kuusileimikon myyntituloista.

Viime aikoina on saatu uutta tietoa lahovikaisen kuusen määrästä ja käyttömahdollisuuksista Etelä-Suomessa (Mäkelä ym. 1998, Kaarna-Vuorinen 2000). Kuuden eteläisen metsäkeskuksen alueella selvitettiin kuntakohtaisesti selluloosateollisuudelle kelpaavan tyvilahovikaisen kuusen määrää vastaanotetun puun määrätilastoista (kuva 1). Tilastoja täydennettiin työmaakohtaisella seurannalla Länsi-Suomessa. Tyvilahoa sisältävää kuusta oli teollisuudelle tulevasta kuusipuusta 5,8 %. Tämän lisäksi tulee ylilaho, jonka määrä oli Länsi-Suomessa 1,2 % (Mäkelä ym. 1998). Kaarna-Vuorisen (2000) tutkimuksen mukaan ylilahon määrä oli Kaakkois-Suomessa 3,0 %. Lahovikaisuus oli suurinta Rannikon metsäkeskuksen alueella, missä 12,8 % hakatusta kuusesta oli lahovikaista mutta teollisuudelle kelpavaa. Ylilaho mukaan lukien tällä alueella n. 15 % hakatusta kuusesta on lahovikaista. Teollisuuspaikkakuntien ympäristökunnissa tyvilahoa esiintyy keskimääräistä runsaammin.

Juurikäävän torjunnan nykytilanne

Vanhastaan käytettyjä tehokkaita juurikäävän torjuntakeinoja ovat hakkuiden ajoittaminen talveen, korjuuvaurioiden välttäminen ja puulajin vaihto. Käytännössä näitä ei aina voida soveltaa.

Kantojen kaatopintojen käsittely juurikäävän itiötartunnan torjumiseksi kesäaikaisissa hakkuissa aloitettiin Englannissa 1960-luvulla, aluksi kemiikaaleilla mutta pian myös harmaaorvakkaa (*Phlebiopsis gigantea*) käyttäen. Kantojen käsittely eräissä hakkuissa otettiin nopeasti käyttöön muutamissa muissakin maissa: mm. USA:ssa ja Tanskassa. Tans-



Kuva 1. Tyvilahoa sisältävän kuusen osuus kaikesta teollisuudelle tulevasta kuusipuusta Etelä-Suomessa kuntakohtaisesti. Luvuista puuttuu yllilaho puu (Mäkelä ym. 1998).

kan pohjoispuolelle menetelmä levisi hitaammin.

Suomessa prof. Tauno Kallio yritti saada kanto-käsittelyä osaksi kesäaikaisia hakkuita 1970-luvun lopussa, mutta metsänomistajien kiinnostus oli vähäinen. Ruotsissa tilanne oli samanlainen. Kiinnostus alkoi herätä vasta kymmenkunta vuotta sitten, kun käsittely voitiin tehdä hakkuukoneeseen liitettyllä laitteella. Suomessa käytettiin aluksi urealiuosta. Käyttäjät eivät kuitenkaan tästä pitäneet, jolloin Metla yhdessä Kemiran ja Enso-Gutzeit Metsätoimialan kanssa alkoi kehittää biologista valmistetta. Tuloksena oli harmaaorvakkavalmiste Rotstop[®], jonka tehoaineeksi valittiin alustavien testien perusteella Lopelta kuusenkannosta eristetty orvakkaisolaatti. Sekä koneella että käsin tehdyissä kantokäsittelykokeissa valmiste osoittautui yhtä tehokkaaksi kuin urea.

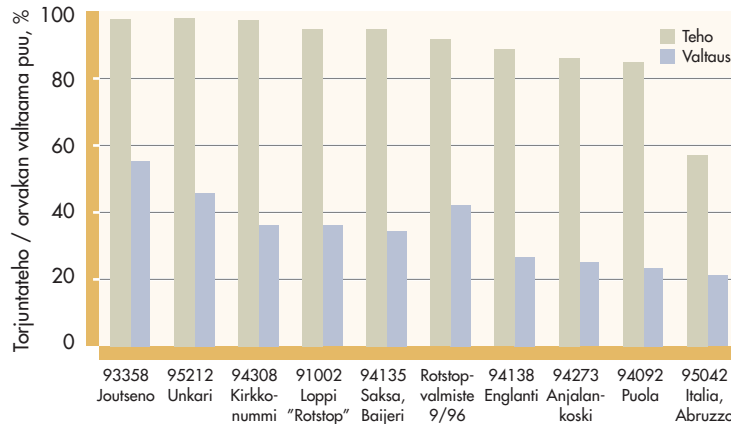
Rotstopin käyttö alkoi v. 1993. Siitä lähtien sen tehokkuutta on seurattu Metlassa vuosittain sekä vertailtu Rotstop-orvakkakantaa muihin suomalaisiin ja eurooppalaisiin orvakkaisolaatteihin. Nämä kokeet on yleensä tehty tuoreissa kuusi- tai mäntypölkkyissä, kantokäsittelyä jäljitellen. Saatujen tulosten mukaan Rotstopin sienikanta on osoittautunut varsin onnistuneeksi valinnaksi. Joskaan se ei ole ollut paras kaikissa kokeissa, se on aina ollut parhaiden joukos-

sa, eikä selvästi sitä tehokkaampaa sienikantaa ole toistaiseksi löydetty. Toisaalta uuden yhtä tehokkaan sienikannan löytäminen ei näytä olevan ongelma, jos kannan uusiminen tulee ajankohtaiseksi (kuva 2).

Ruotsissakin kantojen laajamittainen käsittely aloitettiin urealla, mutta myös Rotstopin käyttö saavutti siellä pian paljon suuremman suosion kuin Suomessa. Nykyisin Rotstop on sekä Ruotsissa että Suomessa lähes täysin syrjäyttänyt urean. Meillä käsitellyt alat ovat laajentuneet vasta muutaman viime vuoden aikana, joskin käsittelyä tehdään edelleen vain pienellä osalla riskialttiista hakkuista. Vuonna 2000 käsiteltiin n. 9 000 ha harvennuksia ja 3 000 ha päätehakkuita, pääasiassa kuusta.

On huomattava, että vanhassa metsätalousmaassa Saksassa kantojen käsittelyä ei ole yleensä pidetty tarpeellisenä muualla kuin pelloille perustetuilla viljelmillä. Laho-ongelma on pyritty hoitamaan perinteisin keinoin. Tosin myös toleranssi kuusen lahoisuuden suhteen lienee siellä suurempi kuin meillä. Mutta viime aikoina Saksassakin on taas alettu keskustella kantojen käsittelyn tarpeellisuudesta.

Kantokäsittelyn vaikutuksesta juurikäävän tartuntaan tiedetään paljon, mutta pitkäaikaisvaikutuksista vähän. Meitä lähimpänä siitä on tietoa Tanskasta, jossa käsittelyä urealla on tehty n. 30 vuotta, ja käsit-



Kuva 2. Eräiden eurooppalaisten harmaaorvakkaisolaattien torjuntateho kuusenjuurikäpää vastaan sekä orvakan valtaama puu kuusipölykyissä. Kokeessa oli mukana alkuperäinen Rotstop-isolaatti ja Kemiran siitä tekemä torjuntavalmiste. Valmiste oli tässä kokeessa teholtaan keskinäinen, mutta suuren vaihtelun takia se ei eronnut merkittävästi parhaista käsittelyistä. – Koe tehtiin ulkona kesä-heinäkuussa 1996, ja siinä käytettiin vahvaa keinollista juurikäävän itiötartutusta. Kukin pylväs edustaa 9 määrittelyn keskiarvoa.

tely on todettu kannattavaksi. Myös meillä ja Ruotsissa tehtyjen ennusteiden mukaan kantokäsittely on kannattavaa toimintaa, vaikka se ei suinkaan poista juurikäpäongelmaa kokonaan ja vaikka tuotto tulee pitkän ajan kuluttua. Yhdessä muiden lahon torjuntamenetelmien kanssa kantokäsittely auttaa pitämään juuri- ja tyvilahon määrän metsissämme kohtuullisella tasolla ympärivuotisten hakkuiden aikakautena ja ilmaston lämpenemisen uhatessa.

Nykyisin juurikäävän biologinen torjunta on yksi sertifiointikriteereistä. Käytön edistämiseksi kantokäsittelyn ainekustannus on korvattu metsänparannusvaroista yksityismetsänomistajille jo vuoden 1997 alusta lähtien. Vuoden 2001 heinäkuun alusta lähtien alettiin korvata myös osa levityskustannuksista (laki 350/2001, asetus 560/2001).

Kirjallisuutta

Kaarna-Vuorinen, L. 2000. Kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) lahoisuus, sen taloudelliset vaikutukset ja syyt Kaakkois-Suomen päätehakkuuleimikoissa. Helsingin yliopiston metsäekonomian laitoksen julkaisu 8. 82 s.
Mäkelä, M., Lipponen, K. & Sainio, M. 1998. Tyvilahoa sisältävän kuusen määrä, laatu ja käyttömahdollisuudet

sellun raaka-aineena. Metsätehon raportti 50. 29 s.

—, Lipponen, K. & Korhonen, K. 2001. Juurikäävän torjumiseksi tehtävän kantokäsittelyn tehostaminen. Metsätehon raportti 115. 24 s.

Möykkönen, T., Miina, J., Pukkala, T. & von Weissenberg, K. 1998. Modelling the spread of butt rot in a *Picea abies* stand in Finland to evaluate the profitability of stump protection against *Heterobasidion annosum*. *Forest Ecology and Management* 106: 247–257.

Tamminen, P. 1985. Butt rot in Norway spruce in Southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 127. 52 s.

Tuimala, A. 1979. Kuusen lahon aiheuttamista puutavara-lajisiirtymistä ja kantohintamenetyksistä. *Silva Fennica* 13: 333–342.

Vollbrecht, G. & Jørgensen, B.B. 1995. The effect of stump treatment on the spread rate of butt rot in *Picea abies* in Danish permanent forest yield research plots. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 271–277.

Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. 1998. *Heterobasidion annosum*. Biology, ecology, impact and control. CAB International. Wallingford. 589 s.

■ FK Kari Korhonen, MML Katriina Lipponen, Metla, Vantaan tutkimuskeskus. Sähköposti k.korhonen@metla.fi