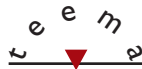


Marja Poteri

## Koivunruoste



**K**oivunruoste (*Melampsoridium betulinum*) on maassamme yleinen lehtitauti, joka vaivaa sekä raudus- että hieskoivua koivujen koko levinneisyysalueella. Ruosteen aiheuttamia kasvutappioita ei ole kuitenkaan systemaattisesti tutkittu taimivaiheen ohittaneilla puilla. Taimilla voimakkaan ruosteinfektion tiedetään aiheuttavan kuolleisuutta ja vähentävän taimien istutuksen jälkeistä kasvua (Lilja 1973). Hyvälaatuisten koivuntaimien kasvataminen edellyttääkin lähes aina taimitarhalla koivunruostetta vastaan tehtäviä torjunta-aineruiskutuksia.

Isoissa puissa koivunruoste kellastuttaa lehtiä loppukesästä, mutta taimitarhalla tauti voi ilmaantua jo heinäkuussa. Infektoituneen lehden yläpinnalle muodostuu kulmikkaita keltaisia laikkuja kohtiin, joista lehden sisässä kasvava sieni on ottanut ravinteita. Koivunruosteen itiöpesäkkeet kehittyvät lehden alapinnalle. Suotuisissa olosuhteissa ruosteisten lehtien alapinta peittyy kokonaan oranssinkeltaiseen itiöpölyyn, jota tuuli ja sadevesiroiskeet kuljettavat. Itiöitä kulkeutuu myös helposti paikasta toiseen eläinten mukana, ihmisten vaatteissa, työvälineissä jne.

### Koivunruosteella ei väli-isäntää Suomessa?

Ruostesienien elämään kuuluu useimmissa tapauksissa isäntäkasvin vaihto. Keskieurooppalaisten havaintojen ja kirjallisuuden perusteella koivunruosteella väli-isäntäkasvina toimii (euroopan)lehtikuusi (Gäumann 1959). Lehtikuusessa koivunruosteen oireet näkyvät keväällä, jolloin neulasten pinnalle kehittyvät pienet pussimaiset itiöpesäkkeet.

Suomessa koivunruosteen isäntäkasveja koskevat

selvitykset aloitettiin jo 1800-luvulla. Liro (1906) testasi tutkimuksissaan eri lehtikuusilajeja mahdollisina väli-isäntäkasveina, mutta näissä kokeissa ei saatu näyttöä koivunruosteen siirtymisestä koivusta lehtikuuseen. Myöhemmissäkään selvityksissä ei ole onnistuttu osoittamaan Suomen oloissa ruosteen siirtyvän lehtikuuseen (Kurkela ja Hantula, julkaisematon; Poteri, julkaisematon).

On todennäköistä, että koivunruoste elää meillä kesäitiöasteena pelkäästään koivulla. Tähän viittaisi jo sekin, että huolimatta suhteellisen pienestä lehtikuusien määrästä, meillä on ruostetta säännönmukaisesti vuosittain. Liro (1906) on esittänyt, että Suomessa koivunruoste säilyy hengissä talven yli pienissä koivun sirkkataimissa, jotka usein jäävät lumen alle vihreälehtisinä. Dooleyn (1984) tutkimusten mukaan myös silmujen ja verson pinnalla oleva rihmasto pystyy talvehtimaan.

Ruosteiden esiintymisessä on suuria vaihteluja eri vuosina, sillä säätekijät vaikuttavat ruostesienien määriin. Tunturikoivuilla tehdyissä tutkimuksissa havaittiin, että koivunruosteen luontainen infektiomäärä pysyi kestäväillä koivuilla vuodesta toiseen lähes samana, mutta suuret vuosittaiset vaihtelut ruosteen määrässä olivat tyypillisiä kaikkein alttiimpien perheiden puille (Helander ym. 1998, Elamo ym. 2000).

Koivunruosteella on kasvukauden loppupuolella monistumisvaihe, jolloin suotuisissa olosuhteissa yhdestä infektiopesäkkeestä syntyy 10–14 vuorokauden välein uusia kesäitiöitä, jotka tartuttavat edelleen uusia terveitä lehtiä. Tällainen taudin eksponentiaalinen lisääntyminen johtaa nopeasti ruoste-epidemian syntymiseen esim. tiheässä kasvustossa taimitarhalla.

Taudin alkuunpääsyyllä on tärkeää, että itiöillä on riittävästi kosteutta itämiseen. Sateiset kesät synny-

tävät ruoste-epidemiaita, mutta myös varsinkin loppukesän öinä lehtien pinnalle kondensoituvaa vettä riittää infektiioon. Samoin hyvin tiheä kasvusto voi ylläpitää tarvittavaa kosteutta, sillä ruosteen kesäitiöt itävät lehden sisään vain muutamassa tunnissa.

Useimpien ruosteiden tapaan koivunruosteen itäneestä kesäitiöstä syntynyt iturihma kasvaa aluksi lehden alapinnalla. Kohdattuaan ilmaraon iturihma lakkaa kasvamasta pituutta ja muodostaa ilmaraon päälle erityisen tartuntaelimen, jonka avulla sieni pääsee kasvamaan ilmaraon kautta lehden sisälle. Ruostesieni ei tapa isäntäkasvinsa soluja, vaan se on parasiitti, joka loisii elävässä isäntäkasvissa ottaen ravinteita isäntäkasvin elävistä soluista.

### Hies- ja rauduskoivulla omat ruosterodut

Hies- ja rauduskoivulta tavattavan ruosteen on esitetty kuuluvan koivunruosteen eri alalajeihin ja samoin niillä on oletettu olevan heikompi kyky infektoida toista koivulajia (Gäumann 1959). Tämä jo vanhastaan tunnettu eri ruosterotujen välinen ero on voitu osoittaa myös hies- ja rauduskoivuklooneilla tehdyissä kokeissa (Poteri 1992). Kokeelliset tutkimustulokset tukivat lisäksi käsitystä, että hieskoivun ruosterotu infektoi jonkin verran rauduskoivua, kun taas raudukselta kerätty ruoste ei tarttunut hieskoivuun.

Ruostetutkijat ovat osoittaneet, että ruosteilla isäntäkasvin tunnistus voi tapahtua jo siinä vaiheessa, kun lehden pinnalla itävä rihmasto hakee ilmarakoa, josta tunkeutuu lehden sisään. Eräänä tunnistusmekanismiä on kasvin ilmaraon huulisolujen korkeus ja koko.

Hies- ja rauduskoivun erilaisesta kromosomiluvusta johtuen (hies  $2n=56$ , raudus  $2n=48$ ), hieksen solukoko, ja siten myös ilmaraot, ovat suuremmat kuin rauduksella. Syitä raudus- ja hieskoivun ruosterotujen erilaiseen käyttäytymiseen onkin etsitty aivan infekktion alkuvaiheesta tutkimalla koivun lehtien alapinnalla itävää ruostetta pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (Scanning Electron Microscope, SEM). Tutkimuksissa ei kuitenkaan löydetty eroja hies- ja rauduskoivun ruosteiden käyttäytymisessä eri koivulajeilla, vaan molemmat ruosterodut tunnistivat kummankin koivulajin ilmarakoa yhtä suurella todennäköisyydellä (Poteri ja Ryyänen 1998).



**Kuva 1.** Voimakas ruoste lehdissä estää loppukesällä koivuntaimien ravinteiden talteenottoa sekä haittaa verson ja silmujen talveentumista. Tästä seuraa, että pakkasen kuivattamat silmut eivät keväällä puhkea lehteen. Kuva Marja Poteri.

### Rauduskoivulla ruosteenkestävyydessä suuria eroja

Koivunruoste on ongelmana taimitarhoilla rauduskoivun kasvatuksessa. Säännöllisen lannoituksen seurauksena kasvustot ovat isolehtisiä ja tuuheita, mikä lisää ruosteinfektioiden määrää kosteamman pienilmaston vuoksi. Eri koivuyksilöiden välillä on kuitenkin perinnöllisiä eroja ruosteenkestävyydessä. Kahdeksalla etelä- ja keskisuomalaisella rauduskoivukloonilla tehdyssä kasvihuone- ja kenttäkokeessa eri kloonien välillä oli merkitseviä eroja niiden ruosteenkestävyydessä (Poteri ja Rousi 1996). Testatut koivukloonit oli kasvatettu kolmella eri lannoitusohjelmalla. Kloonien keskinäiset kestävyserot vaihtelivat kolmen eri lannoituskäsittelyn välillä, kuitenkin kestävin klooni oli kaikissa lannoituskäsittelyissä sama.

Loisina ruostesienet ottavat ravinteita elävistä soluista, minkä vuoksi hyväkasvuisia ja ravinteilla tankattuja kasveja pidetään ruosteille otollisina isäntäkasveina. Ruosteiden ravinnonottoa ja lisääntymispotentiaalia koskevat tutkimukset ovat pääosin peltokasveilta, eikä monivuotisilla puuvartisilla kasveilla ole juuri vastaavia tutkimuksia tehty.

Koivunruosteenkestävyyden ja koivun lehtien ravinnepitoisuuksien välillä ei ole löydetty riippuvuuksia. Koivunruostetutkimuksissa havaittiin, että ulkona kasvaneiden taimien lehdissä oli esim. suuremmat typen ja liukoisten proteiinien pitoisuudet kuin kasvihuoneessa kasvatetuilla taimilla, mutta tämä ei kuitenkaan selittänyt taimien ruosteenkestävyydessä havaittuja eroja (Poteri ym. 1997).

Kasvinosien iällä on myös esitetty olevan vaikutusta ruosteenkestävyyteen. Vanhemmissa lehdissä on sienien rihmaston kasvulle rakenteellisia esteitä, kuten paksumpia lehtisuonia. Myös sienille haitallisia ns. sekundaariaineita kertyy vanhempiin lehtiin nuoria enemmän. Kymmenellä rauduskoivukloonilla tehdyssä kenttäkokeessa saman verson eri-ikäisissä lehdissä infektion voimakkuus vaihteli (Poteri ym. 2001). Ainoastaan muutamassa kaikkein kestävimmissä kloonissa tutkitun verson kymmenen lehteä olivat lähes samanarvoisesti infektoituneet, ts. kaikkiin lehtiin kehittyi vain joitakin ruostepesäkkeitä. Sen sijaan klooneilla, joilla mitattiin suurimmat infektiomäärät, eniten ruostepesäkkeitä muodostui yleensä verson keskivaiheen lehtiin, eli 4–7 lehteen verson kärjestä lukien. Suuntana, vaikkei tilastollisesti merkitsevä, oli, että vanhimmissa tutkituissa lehdissä (kymmenes lehti verson kärjestä) oli kaikilla klooneilla vähemmän ruostepesäkkeitä kuin muissa lehdissä.

### Ulkolaiset koivulajit alttiita kotimaisille ruosteille

Kotimainen koivunruoste tarttuu myös muihin ulkolaisiin koivulajeihin. Koivunruosteenkestävyyttä on testattu laboratorioissa ns. lehdenpalatestillä, jossa irrotetusta lehdestä leikattu lehdenpala on asetettu kostealle alustalle ja käsitelty ruosteitiöllä. Lehti säilyy keinoalustalla sienelle kelvollisena pari viikkoa, missä ajassa ruostepesäkkeet tulevat näkyviin. Lehdenpalatesteissa ainakin japanilainen *B. platy-*

*phylla*, pohjoisamerikkalainen *B. papyrifera* sekä alaskalaisen ja kotimaisen koivun hybridi *B. resinifera* × *B. pendula* ovat infektoituneet kummallakin kotimaisella ruosterodulla (Poteri ym. 1997).

### Kirjallisuus

- Dooley, H.L. 1984. Temperature effects on germination of uredospores of *Melampsorium betulinum* and on rust development. *Plant Disease* 68: 868–888.
- Elamo, P., Saloniemi, I., Helander, M.L. & Neuvonen, S. 2000. Genetic and environmental variation in rust frequency on mature mountain birch trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 510–522.
- Gäumann, E. 1959. Die Rostpilze Mitteleuropas. Buchdruckerei Buchler & Co. Bern. 1407 s.
- Helander, M.L., Vuorinen, P., Saikkonen, K. & Lappalainen, J. 1998. Evidence for resistance of mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *Czerepanovii*) to birch rust (*Melampsorium betulinum*). *Mycological Research* 102: 63–66.
- Lilja, S. 1973. Koivun ruoste ja sen torjuminen. *Metsänviljelyn koelaitoksen tiedonantoja* 9: 21–26.
- Liro, J.I. 1906. Kulturversuche mit finnischen Rostpilzen. II. *Acta Societas pro Fauna et Flora Fennica* 29(7).
- 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.
- & Rousi, M. 1996. Variation in *Melampsorium* resistance among European white birch clones grown in different fertilization treatments. *European Journal of Forest Pathology* 26: 171–181.
- & Ryyänen, L. 1998. Pre-penetration behaviour of the urediniospores of birch rust, *Melampsorium betulinum*, on greenhouse-grown and micropropagated leaves of *Betula* spp. *European Journal of Forest Pathology* 28: 177–185.
- , Rousi, M. & Zhi-he, G. 1997. Differences in the rust resistance of greenhouse and outdoor-grown white birch species. *European Journal of Forest Pathology* 27: 363–372.
- , Helander, M.L., Saikkonen, K. & Elamo, P. 2001. Effect of *Betula pendula* clone and leaf age on *Melampsorium betulinum* rust infection in a field trial. *Forest Pathology* 31: 177–185.

■ MMT Marja Poteri, Metla, Suomenjoen tutkimusasema. Sähköposti marja.poteri@metla.fi