

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 382

(Bulletins of the Finnish
Forest Research Institute 382)

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

METSÄPUIDEN VIRUS- JA MYKOPLASMATAUTEJA

Diseases caused by viruses and mycoplasmas in
forest trees

K. Bremer, K. Lehto ja T. Kurkela



**Metsäntutkimuslaitos
Metsäpatologian tutkimukset
PL 18, 01301 VANTAA
Puh. 90-857051**

**Finnish Forest Research Institute
Forest Pathology
P.O. Box 18, SF-01301 VANTAA
FINLAND**

Kuvat: T. Kurkela

Galvox Oy
Helsinki 1991

ISBN: 951-40-1158-9, ISSN: 0358-4283

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 382

(Bulletins of the Finnish Forest Research Institute 382)

METSÄPUIDEN VIRUS- JA MYKOPLASMATAUTEJA

Diseases caused by viruses and mycoplasmas
in forest trees

K. Bremer, K. Lehto & T. Kurkela

Helsinki 1991

Bremer, K., Lehto, K. & Kurkela, T. 1991. Metsäpuiden virus- ja mykoplasmatauteja. Summary: Diseases caused by viruses and mycoplasmas in forest trees. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja (Bull. Finn. For. Res. Inst.) 382.

Kirjoituksessa esitetään katsaus metsäpuiden virus-tauteihin sekä vähäisemmässä määrin mykoplasmojen ja rickettsioiden aiheuttamiin tauteihin lähinnä Keski-Euroopassa julkaistun tiedon perusteella. Virustauteja muistuttavista puiden taudeista sekä virustaudeiksi varmennetuista tapauksista on esitetty yhteenveto Suomessa tehdyistä havainnoista. Aiemmin julkaisemattomana tietona on lyhyt kuvaus haavalla esiintyvistä kloroosista sekä havainnot kirsikan lehtierre-viroosin esiintymisestä rauduskoivulla.

The paper reviews recent literature from Central Europe on the diseases caused by viruses, mycoplasmas and rickettsia in forest trees. Investigations made in Finland on diseases with symptoms typical of virus diseases are shortly summarized. Observations on the occurrence of cherry leaf roll virus on *Betula pendula* and a special chlorosis on aspen in Finland are published in this paper for the first time.

Kirjoittajat — Authors:

Katri Bremer ja Kirsi Lehto: Kasvipatologian laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki 21, SF-00710 HELSINKI
University of Helsinki, Department of Plant Pathology, Viikki 21, SF-00710 HELSINKI, Finland
Timo Kurkela: Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 VANTAA
Finnish Forest Research Institute, P.O. Box 18, SF-01301 VANTAA, Finland

SISÄLLYS

JOHDANTO	3
KIRJALLISUUSKATSAUS METSÄPUIDEN VIRUKSISTA JA MYKOPLASMA- JA RIKETTSIATAUDEISTA	4
Metsäympäristössä esiintyvät virukset	4
Virustautien oireita puissa	4
Kuusi ja pihta	4
Mänty	5
Lehtipuut	5
Koivu	5
Muut lehtipuut	6
MYKOPLASMA- JA RIKETTSIATAUTEJA	6
PUIDEN VIRUSTAUTEJA SUOMESSA	7
Mänty	7
Kuusi	7
Lehtipuut	7
LISÄÄNTYYKÖ VIRUSTAUTIEN MERKITYS?	8
Kirjallisuus	9
Summary: Diseases caused by viruses and mycoplasmas in forest trees	14

JOHDANTO

Lehtipuiden virustautien oireita on kuvattu kirjallisuudessa jo parin vuosisadan ajan, tuntematta taudinaiheuttajia. Hedelmäpuissa aiheuttajan havaittiin siirtyvän ympyriksan mukana puusta toiseen (Atanasoff 1935). Kolmen viimeisen vuosikymmenen aikana on saatu runsaasti tietoa hedelmäpuiden virustaudeista ja ominaisuuksiltaan näitä muistuttavista mykoplasma- ja rikketsiataudeista, jotka ovat pienikokoisten bakteerien aiheuttamia. Nämä taudit ovat olleet haitallisia viljellyille hedelmäpuille kaikkialla.

Keski-Euroopan viimeaikaisten metsätuhojen syitä selvittäessä on tutkittu myös kasvivirusien esiintymistä metsäpuissa. Virusien ominaisuuksien selvittäminen ja lajin määrittäminen onnistuvat parhaiten, jos virus voidaan siirtää ruohovartiseen testikasviin ja saada lisääntymään siinä. Virusien patogeenisuuden varmistaminen eli Kochin postulaattien täyttäminen edellyttää että virus voidaan ympätä takaisin alkuperäiseen isäntäkasviin. Toinen lähestymistapa virusien toteamisessa on viruspartikkelien elektronimikroskooppinen havaitseminen joka ohutleikkeistä tai kasvimehusta. Menetelmiin liittyy teknisiä vaikeuksia. Virusien siirtäminen puuvartisista kasveista ruohovartiin testikasveihin on vaikeata puiden puristemehun korkean tanniinipitoisuuden ja havupuiden osalta pihkan fyto-toksisuuden takia. Havupuiden kokeellinen ympääminen viruksilla on onnistunut vain joissakin tapauksissa (Nienhaus ym. 1990). Usein ainoa tapa todistaa oireiden infektiivinen luonne on ympäys saman tai läheisen lajin testikasviin. On tavanomaista, että oireiden ilmeneminen testikasvissa vie useita vuosia.

Puiden suuri koko ja pitkä ikä vaikeuttavat myös tutkimuksia. On mahdollista että virukset esiintyvät vain puun tietyissä osissa, tai vain tietyn kasvuvaiheen aikana. Vaikeuksia on myös havaintojen tulkinnessa. Elektronimikroskopian avulla on havaittu sekä sairaissa että ilmiänsuoltauksissa terveissä havupuissa erilaisia virusien tyyppisiä hiukkasia (VLP = virus like particles), joiden virusluonne on varmistamatta. Ne eivät ole sopineet mihinkään tunnettuun kasvivirusryhmään. Monet ovat tunnettuja viruksia suurempia. On mahdollista että tavatut partikkelit ovat uuden tyyppisiä viruksia jotka ovat endeemisiä havupuille. Toisaalta on mahdollista että ne ovat havupuiden normaaleja solukomponentteja, tai puiden puristemehujen tanniini- tai pihkapitoisuuden aiheuttamia artefakteja eli näennäistuloksia.

Viime vuosina on varsinkin Englannissa ja Saksassa saatu mielenkiintoisia tutkimustuloksia virusien esiintymisestä metsissä puissa, maassa ja vedessä. Yleisesti metsäpuiden ja ekosysteemin virusilannetta ei vielä riittävästi tunneta. Tämän alueen kattava tutkiminen ja kartoittaminen edellyttää uusien, herkempien diagnoosimenetelmien kehittämistä, sekä puissa tavattavien virusien patogeenisuuden ja epidemiologian tutkimista.

Tässä kirjoituksessa esitetään yhteenveto kirjallisuustietojen perusteella Keski-Euroopan metsäpuissa esiintyvistä virusien tyyppisistä hiukkasista (partikkeleista), mykoplasman- (MLO) ja rikketsian kaltaisten organismien (RLO) aiheuttamista taudeista, sekä meillä tehdyistä näitä tauteja koskevista havainnoista.

KIRJALLISUUSKATSAUS METSÄPUISSA TODETUISTA VIRUKSISTA JA MYKOPLASMA- JA RIKKETSIAUAUDEISTA

Metsäympäristössä esiintyvät virukset

Viruksia luokitellaan sekä isäntäkasvien että morfologisten ja kemiallisten ominaisuuksien mukaan. Seuraavassa on käytetty 'International Committee on Taxonomy of Viruses' -komitean hyväksymää luokitusta (Matthews 1982).

Saksassa on tutkittu metsien jokien, lammikoiden ja ojien viruksellisuutta. Tutkituista näytteistä joka toisesta löytyi viruksia, jotka kuuluivat potex-, tobamo- ja tombusvirusryhmiin (Büttner ym. 1987, Büttner & Nienhaus 1989b). Samoja viruksia, sekä potyryhmän viruksia ja tupakan nekroosivirusta eristettiin myös metsämaasta (Büttner & Nienhaus 1989a). Sensijaan peltomaissa esiintyviä nepo-ryhmän viruksia ei ole löydetty metsämaasta, vaikka eräs nepovirusten vektoriankeroinen esiintyy metsämaassa (Büttner & Nienhaus 1989a).

Virustautien oireita puissa

Virukset aiheuttavat monenlaisia oireita (ks. Cooper 1979). Yleinen oire on lehtien täydellinen tai osittainen kellastuminen tai joskus punertuminen. Värimuutokset lehdissä saattavat olla epätasaisesti jakautuneita. Kellastuminen (kloroosi) rajoittuu esim. lehtisuoniin (kuva 1), paikallisiin laikuihin, se voi esiintyä rengaslaikkuina (kuva 2), tai mosaikkimaisena kuviointina (kuva 6 ja kansikuva). Joskus kloroosi näyttää etenevän pitkin lehtisuonia leviten niistä muuhun lehtisoluksoon (kuva 5). Virukset voivat aiheuttaa lehtien kiertymistä sekä muuta epämuotoisuutta lehdissä ja versoissa. Karkeakuorisuus ja visautuminen puuaineksessa ovat yleisiä virustautien oireita hedelmäpuilla. Latentti virus hedelmäpuun perusrungossa tai varteosassa saattaa aiheuttaa nekroosia vartteen liittymäkohdassa. Viimeaikaiset tutkimustulokset osoittavat että viruksia tai virusten kaltaisia partikkeleja esiintyy myös ilmiasultaan terveissä metsäpuissa.

Kuusi ja pihta

Ensimmäinen kuusen (*Picea abies*) virustaudiksi epäilty tapaus kuvattiin vuonna 1961 (Cech ym. 1961). Oireina olivat neulasten kellastuminen ja oksien epämuotoisuus ja kuoleminen. Oireet siirtyvät terveisiin testikasveihin kirvasiirroituksen ja oksaympäpöyksen välityksellä. Sairaissa kuusissa nähtiin elektronimikroskoopissa jäykänsuoria hiukkasia (49 nm x 625 nm), joiden paksuus oli epätavallisen suuri muutoin tobamoviruksia muistuttaville partikkeleille. Myöhemmin onkin osoitettu, että löydetty partikkelit eivät todennäköisesti olleet aitoja taudinaiheuttajia, sillä kiteytynyt tärpähti aiheuttaa samannäköisiä partikkeleja (Biddle 1970).

Pitkiä sauvamaisia, tobamo- ja potexviruksia muistuttavia VLP-hiukkasia on löydetty kuusesta (*Picea* spp.) ja Euroopan pihdasta (*Abies alba* Mill.) Englannissa (Biddle & Tinsley 1968) ja Saksassa (Frenzel 1983, Nienhaus 1985, Parameswaran ym. 1985). Kuusen kellastuneista neulasista on siirretty poty-ryhmään kuuluva virus tupakkaan (*Nicotiana tabacum*). Serologisissa testeissä se osoittautui läheiseksi kahdelle perunan (*Solanum tuberosum*) y-viruksen rodulle. Virushiukkasten pituus oli 800 nm ja läpimitta 10-12 nm, mikä myös viittaa potyvirusiin (Ebrahim-Nesbat & Heitefuss 1989). Sveitsissä on kuusesta tavattu useita erilaisia VLP-hiukkasia: Eräs hiukkastyyppejä on ohut (9 nm), lankamaisen

pitkä (1500 nm) klosterovirusia muistuttava hiukkanen. On myös löydetty kahdenlaisia sauvamaisia hiukkasia, joista ensimmäisissä (26 nm x 50-100 nm) oli selvästi näkyvät keskuskanaalit. Nämä hiukkaset muistuttivat tupakan rattleviruksia, mutta muodostivat epätyypillisiä ketjuja. Toisen tyyppisissä sauvamaisissa hiukkasissa (13 nm x 200 nm) ei ollut keskuskanaaleja. VLP-hiukkasia löytyi sekä kloroottisista että terveen näköisistä puista (Gugerli ym. 1986). *Abies*-lajeista on elektronimikroskooppisesti löydetty kahdenlaisia pallomaisia virushiukkasia. Toinen näistä on eristetty, ja sille on valmistettu antiseerumi jonka avulla on kartoitettu viruksen esiintymistä. On havaittu että virus esiintyy viidessä eri *Abies*-lajissa, on yleinen Saksassa, ja lisäksi sitä tavataan Etelä-Ranskassa. *Picea*-lajeista virusta ei tavattu (Flachmann ym. 1990).

Kuusen (*P. abies*) juurista on eristetty tupakan nekroosivirus (Büttner & Nienhaus 1989a), joka voimakkaasti heikentää versojen ja juurten kasvua kokeellisesti infektoiduissa kuusen taimissa (Nienhaus ym. 1990).

Mänty

Männystä (*Pinus* spp.) on löydetty samanlaisia oireita ja VLP-hiukkasia kuin kuusistakin. Tupakan nekroosivirus esiintyy männyn juurissa. Neulasista on löydetty tobamovirusten tyyppisiä hiukkasia, jotka kuitenkin olivat epätavallisen pitkiä, jopa 5000 nm (Biddle & Tinsley 1968). Myös Saksassa on männyn neulasista löydetty VLP-hiukkasia (Nienhaus 1975). Sekä oireellisista että oireettomista männystä on löytynyt myös poty- ja potexvirusten tyyppisiä hiukkasia (Nienhaus 1985, Nienhaus & Castello 1989). Mäntymosaiikkiksi nimetty tauti Saksassa on aiheuttanut keltakirjavuutta männyn (*P. sylvestris* L.) neulasiiin, joissa on nähty sauvamaisia hiukkasia (Schmelzer ym. 1966). Sairaista puista ei ole tehty siirrostuskokeita. Ei tiedetä varmuudella, mitkä hiukkaset liittyvä mihinkin oireeseen, tai ovatko löydetyt virukset patogeenisia.

Lehtipuut

Koivu: Lehtipuiden virukset ovat helpommin eristettävissä kuin havupuiden virukset. Esim. koivusta (*Betula* spp.) on kuvattu kymmenen virusta. Näistä eniten tutkittuja ovat kirsikan lehtikierrevirus (cherry leaf roll virus) ja omenan mosaiikkivirus (apple mosaic virus).

Kirsikan lehtikierreviruksella on laaja isäntälajisto, johon kuuluu ruoho- ja puuvartisia kasveja, sekä rikka- ja viljelykasveja. Virus on siemen- ja ankeroislevintäinen, ja siirtyy myös siitepölyssä ja kasvimehussa (Jones 1973). Lehtikierrevirus esiintyy Euroopassa yleisenä kirsikkapuissa (*Prunus avium*), seljoissa (*Sambucus racemosa*), kanukoissa (*Cornus* spp.) ja piilevänä tuomessa (*Prunus padus*) (Cooper & Maassalski 1984). Saksassa on serologisesti todettu sen esiintyvän hies- ja rauduskoivussa (*B. pubescens* ja *B. pendula*). Viroottiset koivut olivat heikkokasvuja, ja niiden lehdissä oli vaaleanvihreitä tai valkeahkoja laikkuja ja pilkkuja (Schmelzer 1972). Lehtikierrevirus esiintyi samoissa koivulajeissa myös Englannissa (Cooper 1976). Viroottisten puiden siemenistä oli viruksen saastuttamia noin puolet. Jotkut koivuista eristetyt lehtikierrevirus-isolaatit ovat serologisesti läheisiä englantilaiselle kirsikka-isolaatille, ja jotkut Suomesta seljasta eristetyille isolaatille (Cooper & Atkinson 1975, Jones ym. 1991).

Omenan mosaiikkivirus infektoi koivuja yleisesti luonnossa USA:ssa. Euroopassa se on tavattu koivusta Tšekkoslovakiassa (Polak ym. 1990) ja eristetty hevoskastanjasta (*Aesculus hippocastanum*) Englannissa (Sweet & Barbara 1979).

Maaperässä yleiset tupakan nekroosi- ja tupakan rattlevirukset on eristetty koivun juurista. Kaksi luumun virusta infektoi myös koivua (Cooper 1979). Omenapuussa (*Malus* spp.) esiintyy useita runkoa vioittavia viruksia, mm. tomaatin rengaslaikkuvirus tunnetaan Prunus-lajeilla 'visautumisen' aiheuttajana. Tämä virus siirtyy maan kautta tai varttamisen yhteydessä terveisiin puihin (Mircetich & Moller 1977). Tämän perusteella on arveltu myös koivun visautumisen saattavan johtua virusinfektiosta (Cooper 1979).

Muut lehtipuut: Carlaviruksiin kuuluva poppelin mosaikkivirus (poplar mosaic virus) esiintyy poppeliissa (*Populus* spp.) monissa Keski-Euroopan maissa, USA:ssa ja Japanissa. Kokeellisesti virus siirtyy mehussa tupakkaan ja muihin ruohovartiisiin testikasveihin. Luonnossa se säilyy juurivesoissa, ja siirtyy niiden kautta uusiin kasvustoihin. Viruksen partikkelit ovat hiukan taipuisia sauvoja, joiden pituus on 670-690 nm (Biddle & Tinsley 1971a,b,c, van der Meer ym. 1980, Cooper & Edwards 1981, Cooper ym. 1986). Poppelia infektoivat myös monet ankeroislevintäiset virukset (Nienhaus & Castello 1989). Haavasta (*Populus tremula*) on Tsekkoslovakiassa kuvattu potyvirusen kaltaisia hiukasia, mutta virusta ei ole onnistuttu eristämään ja määrittämään (Polak ym. 1990).

Keski-Euroopassa on tutkittu virusten osuutta jalavan (*Ulmus* spp.), pyökin (*Fagus* spp.), saarnen (*Fraxinus* spp.) ja tammen (*Quercus* spp.) sairauksiin ja puiden tuhoutumiseen. Näissä puulajeissa on todettu esiintyvän ankeroisten levittämiä nepo-viruksia kuten kirsikan lehtikierrevirusta (Nienhaus & Castello 1989), sekä tupakan mosaikki- ja nekroosivirusta (Nienhaus 1985, Winter & Nienhaus 1989). Jalavassa esiintyy mainittujen virusten lisäksi jalavan läikkävirus (elm mottle virus) (Schmelzer 1969, Jones 1974), ja pyökissä ja tammessa potex- ja potyryhmien viruksia (Nienhaus 1985). Eräs pyökistä tavattu potexvirus-isolaatti oli serologisesti identtinen perunan x-viruksen kanssa, ja eräs potyvirus-isolaatti pavun keltamosaikkiviruksen (bean yellow mosaic virus) kanssa.

Heinäkasveissa tavallisesti esiintyvä bromo-ryhmän virus, bromuksen mosaikki virus, on eristetty pyökistä ja siirretty takaisin pyökin siementaimiin, joiden lehtiin ilmaantui keltakirjavuutta ja epämuotoisuutta (Nienhaus ym. 1990). Vaahterasta (*Acer* spp.) ja lepästä (*Alnus* spp.) on Tsekkoslovakiassa löydetty kurkun mosaikkivirus, joka on tunnistettu serologisesti (Polak ym. 1990).

MYKOPLASMA- JA RIKKETSIAUTEJA

Mykoplasma- ja rikketsiaudit ovat bakteerien aiheuttamia, mutta niiden oireet usein muistuttavat virustautien oireita. Niitä myös tutkitaan samoin menetelmin kuin virustauteja, käyttäen elektronimikroskopiaa, elektroforeesia ja cDNA-hybridisaatiota, ja näistä syistä niitä käsitellään tässä virustautien yhteydessä.

Mykoplasmataudit aiheuttavat lehtien kellastumista ja epämuotoisuutta, runsasta versojen ja/tai oksien pensoittumista, heikkokasvuisuutta ja oksien ja koko puiden vähittäistä kuihtumista. Ne ovat olleet erittäin haitallisia omena- ja muille hedelmäpuille, sekä metsäpuille varsinkin subtropiikissa (Hiruki 1988). Saarnen keltaisuustauti (ash yellows) on heikentänyt tai täysin tuhonnut saarnipuita USA:ssa. Taudin yleisyys näyttää olevan sidoksissa ympäristön kasvilajistoon, ja kuivuus lisää puiden tuhoutumista. Sama tauti esiintyy myös vaahterassa, lepässä, haavassa ja koivussa (Smallidge ym. 1991). Keski-Euroopassa mykoplasmatauteja on todettu jalavassa, lehtikuudessa (*Larix decidua*) ja pyökissä (Grünewaldt-Stöcker & Nienhaus 1977, Cooper 1979).

Rikketsiauteja tunnetaan huomattavasti vähemmän kuin mykoplasmatauteja. Nienhaus ym. (1976) kuvasi Saksassa lehtikuusella tuulenpesiä aiheuttavan taudin, jonka aiheuttajaksi osoittautui maasta juuristoon siirtyvä RLO. Hedelmäpuissa esiintyy muutamia

rikketsiatauteja. USA:ssa on jalavassa (*Ulmus* sp.) todettu rikketsian aiheuttama tauti, joka aiheuttaa johtojänteiden tukkeutumista ja lehtien ruskettumista ja kuihtumista (Stipes & Campana 1981). Saksassa on sairaista pyökeistä löydetty mykoplasmojen lisäksi myös rikketsioita (Parameswaran & Liese 1988).

PUIDEN VIRUSTAUTEJA SUOMESSA

Suomessa ei ole varsinaisesti tutkittu metsäpuiden virustauteja, mutta joitakin testauksia ja havaintoja niiden esiintymisestä on tehty.

Mänty

Taimitarhoissa männyn taimissa on esiintynyt kasvuhäiriöitä, joista haitallisin on ollut verson jakautuminen moneksi epämuotoiseksi versoksi (Raitio 1985). Neulasissa on nähty elektronimikroskopian avulla muutoksia solun hienorakenteessa, ja joitakin virusten kaltaisia hiukkasia (Soikkeli 1985). Myöhemmin kuitenkin osoitettiin *Lygus*-luteiden imennän aiheuttavan samanlaisia oireita (Holopainen 1986). Siirrostuskokeillakaan ei kasvuhäiriöistä männystä saatu eristettyä viruksia (Poteri ym. 1987).

Myös vanhemmissa, metsässä kasvavissa männyn taimissa on esiintynyt pensoittumista, kloroottista mosaiikkia neulasissa ja päätesilmujen kehityshäiriöitä (Raitio 1985). Elektronimikroskooppisessa tutkimuksessa Holopainen (1983) löysi sairaista männystä seitsämää eri tyyppiä viruksen kaltaisia hiukkasia. Jotkut hiukkastyypit esiintyivät sekä sairaiden että terveiden puiden puristemehussa, mutta potyvirus-tyyppiset taipuisat sauvat, basillinmuotoiset ja isometriset hiukkasat esiintyivät vain sairaissa puissa. Tavattuja hiukkasia ei kuitenkaan voitu varmuudella määrittää. Eräässä siirrostuskokeessa oireellisesta männystä saatiin siirretyksi tomaattiin systeeminen infektio, mikä viittaa taudin virusperäisyyteen (Holopainen 1983).

Kuusi

Kuusen neulasissa on havaittu elektronimikroskooppisesti solujen hienorakenteen muutoksia, jotka saattavat olla virustartunnan aiheuttamia (Soikkeli 1983). Tutkituista puista ei kuitenkaan löytynyt virusten kaltaisia hiukkasia. Kuuset kasvoivat epäpuhtaan ilman aiheuttaman stressin alaisina. On mahdollista että stressi yksin aiheutti kyseiset muutokset, vaikka ne eivät olleetkaan ilmansaasteoireita tyyppisimmillään.

Lehtipuut

Helsingissä Viikissä on erään rauduskoivun lehdissä vaaleanvihreää laikkuisuutta ja ren-gaslaikkuja, jotka muistuttavat suuresti virusoireita. Tauti siirtyi oksaympäyksellä sairaasta koivusta terveisiin koivun siementaimiin, joihin ilmaantui samanlaisia oireita (Bremer, julkaisematon tieto). Kesällä 1990 löytyi Orivedellä rauduskoivussa (kuva 3) samanlaisia oireita kuin Viikin koivussa. Cooperin (henk.koht. komm.) tekemän serologisen testin mukaan kyseessä oli kirsikan lehtikierrevirus.

Meillä koivussa mahdollisesti esiintyviä viruksia olisivat maaperässä tavattavat tobamoryhmän virukset, tupakan nekroosi- ja rattle- sekä nepovirukset, jotka ovat meillä yleisiä pelto- ja koristekasvien taimitarhoissa (Tapio 1972), ja joiden tiedetään infektoivan puiden juuria (Nienhaus & Castello 1989).

Tammessa ja vaahterassa on meillä nähty virusoireita. Tammen lehdissä esiintyneet pyöreät laikut ja rengaslaikut muistuttavat oireita, joiden yhteydessä Saksassa on tammesta eristetty tupakan mosaiikkivirus (Schmelzer ym. 1966).

Haavan lehdissä on havaittu virusmaisia oireita. Eräs oire on ollut lehtisuonia reunustava leveähkö keltainen juova, joissakin lehdissä on esiintynyt mosaiikkimaista kirjavuutta. Oireet ovat esiintyneet yhdessä ja erikseen (kuvat 4-6). Ilmiö on klooneihin rajoittunut ja sitä esiintyy jonkin verran kaikkialla Suomessa. Kloroottisista haavanlehdistä tehdyissä elektronimikroskooppipreparaateissa ei varmuudella näkynyt virushiukkasia. Haavan siementaimet, joihin oli ympätty oksia oireellisista puista, eivät myöskään osoittaneet oireita vuoden kuluttua ympäyksestä. Virushypoteesia tukee kuitenkin se, että Ruotsissa Jernelöv (1976) sai aikaan kloroosia terveessä haavassa injektoidulla lehtiä kloroottisista lehdistä tehdyllä homogenaatilla.

Ensimmäinen maininta mahdollisesta metsäpuun virustaudista Suomessa on vuodelta 1957, jolloin Jamalainen (1957) kuvasi pihlajan (*Sorbus aucubaria*) lehdissä esiintyviä pilkkuja ja rengaslaikkuja (kuva 2) ja arveli niiden olevan virusten aiheuttamia. Tämä lieneekin ollut oikea johtopäätös, vaikka asiaa ei ole meillä selvitetty. Samanlaisia oireita osoittavista pihlajista on eristetty omenan kloroottinen lehtilaikkuvirus (apple chlorotic leaf spot virus) Englannissa (Sweet 1980) ja Tsekkoslovakiassa (Polak ym. 1990). Lemmetty (1988) on todennut omenan kloroottisen lehtilaikkuviruksen olevan meillä yleisen omenapuissa, joten on todennäköistä että se moni-isäntäisenä viruksena esiintyy pihlajassa meilläkin.

Pihlajassa on nähty meillä myös voimakkaan keltaisia laikkuja, jotka muistuttavat omenan mosaiikkiviruksen aiheuttamia oireita (vrt. Cooper 1979). Myös omenapuissa on meillä nähty tyypillisiä mosaiikkiviruksen oireita (Jamalainen 1957). Koivuissa, jotka ovat alttiita omenan mosaiikkivirukselle, ei tällaisia oireita ole tavattu.

Kirsikan lehtikierrevirus esiintyy meillä koivun lisäksi seljapensaissa, joissa sen aiheuttamat kellertävät laikut ja rengaslaikut ovat yleisiä. Se on serologisesti tunnistettu (Cooper 1980).

Koristearoniasta (*Aronia melanocarpa*) on löydetty aronian rengaslaikuksi (aronia ring spot virus) nimetty virus, joka siirtyy ympäyksellä tuomeen ja pihlajaan, mutta on niissä latenttina (Bremer 1984).

Metsäpuiden mykoplasmatauteja ei ole meillä havaittu. Ilmastolliset olosuhteet eivät liene kuitenkaan esteenä niiden esiintymiselle, sillä mustikassa ja muissa *Vaccinium*-suvun kasveissa esiintyy meillä mykoplasman aiheuttamaa pieniversoisuustautia (Witches'-broom disease) (Bremer 1981).

LISÄÄNTYYKÖ VIRUSTAUTIEN MERKITYS?

Keski-Euroopassa tehtyjen tutkimusten nojalla tiedetään sekä lehti- että havupuissa esiintyvän viruksia ja toistaiseksi vielä tuntemattomia virusten kaltaisia hiukkasia. Suomessa aiheesta on tehty vasta vähän havaintoja.

Virusten havaitseminen puista ei ole aina helppoa. Puut ovat pitkäikäisiä ja mahdolliset virusoireet voivat ilmetä hitaasti ja huomaamattomasti. Metsät lisääntyivät meillä luontaisesti siemenistä varsin pitkään ilman laaja-alaista viljelyä. Sinä aikana valinta lienee karsinut viruksille altteimmat yksilöt pois. Lisäksi pohjoisissa maissa on yleensä suppeampi viruslajisto kuin eteläisissä maissa, mikä johtunee vektorihyönteisten vähydestä ja lyhyestä kasvukaudesta. Tosin tämän eron ei pitäisi olla niin ilmeinen pitkäikäisten metsäpuiden kuin yksivuotisten peltokasvien kohdalla. Viljelytapojen muutos voi kuitenkin li-

sätä virustautien esiintymistä. Perintötekijöiltään yhtenäisen, esim solukkolisätyn taimiaineiston alttius viruksille voi johtaa tautien runsaaseen esiintymiseen. Myös ympäristötekijät, ilman epäpuhtaudet ja muut stressit voivat heikentää puita niin että virusten haitallinen vaikutus tehostuu. Esim. kirsikan lehtikierreviruksen infektoimat koivut vioittuvat terveitä koivuja huomattavasti voimakkaammin, kun ne altistetaan rikkidioksidi- ja otsonikaasuille (Konzog ym. 1990).

Hedelmäpuiden virukset ovat levinneet laajoille alueille ympärysoskien ja -silmiä ja kasvullisesti lisättyjen perusrunkojen mukana, sekä puita leikattaessa. Metsäpuiden viruksilla tällainen leviäminen on ollut merkityksetöntä lukuunottamatta poppeleiden ja pajujen (*Salix* spp.) pistokasviljelyä.

Viruksilla on useita mahdollisia leviämistapoja metsässä. Ne voivat siirtyä suoraan maasta tai vedestä haavojen kautta puuhun (Kegler & Konzog 1990). Tämän leviämistavan yleisyyttä osoittaa se, että monet metsäpuista tähän mennessä eristetyt virukset, kuten penunan x- ja y-virukset, tupakan mosaiikki- ja rattle- ja nekroosivirukset ovat yleisiä myös metsämaassa. Nämä virukset esiintyvät meillä myöskin ruohovartisissa kasveissa. Siten tartuntalähteitä on olemassa. Virukset voivat siirtyä edelleen puusta toiseen juuriyhteyksien kautta.

Toinen leviämistapa on siirtyminen siemenen ja siitepölyn mukana. Tämä on ominaista vain muutamille viruksille, ja levinnän tehokkuus vaihtelee. Kirsikan lehtikierreviruksen leviäminen koivun siemenessä ja siitepölyssä on tästä esimerkkinä.

Kolmanneksi myös hyönteislevintä, etenkin kirvalemintä on mahdollista. Puistahan on löydetty potyvirusien hiukkasia, ja monet potyvirukset ovat kirvalemintäisiä. Tuulen mukana kulkeutuvat kirvat saattavat tuoda viruksia satojen kilometrien päästä.

Tällä hetkellä virukset eivät näytä olevan mikään ongelma metsissämme, mutta monilla viruksilla on kyky infektoida puita, ja mahdollisuus yleistyä, jolloin haittavaikutuksia saattaa ilmetä. Uusimmat käynnissä olevat tutkimukset tuovat varmaankin jo lähitulevaisuudessa tietoa tästäkin asiasta.

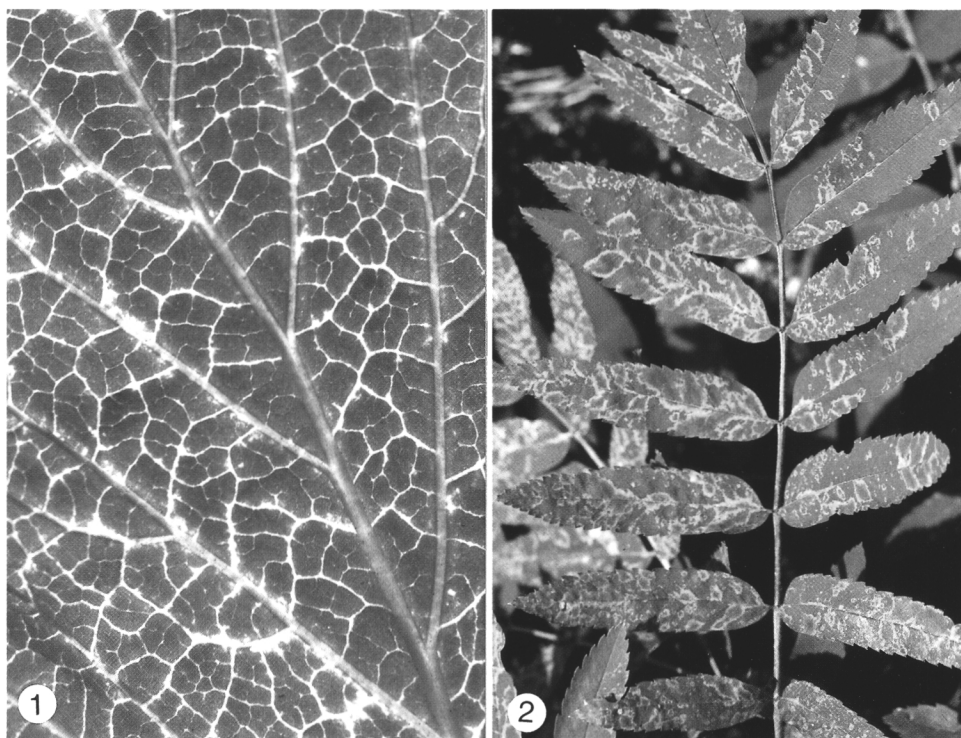
KIRJALLISUUS

- Atanasoff, D. 1935. Old and new virus diseases of trees and shrubs. *Phytopath. Z.* 8: 197-223.
- Biddle, P.G. 1970. Host plant susceptibility. *For. Comm. Rep. For. Res.* 1970: 37-38.
- & Tinsley, T.W. 1968. Virus diseases of conifers in Great Britain. *Nature* 219: 1387-1388.
- & Tinsley, T.W. 1971a. Poplar mosaic virus in Great Britain. *New Phytol.* 70: 61-66.
- & Tinsley, T.W. 1971b. Some effects of poplar mosaic virus on the growth of poplar trees. *New Phytol.* 70: 67-77.
- & Tinsley, T.W. 1971c. Poplar Mosaic Virus. *Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol. Descr. Plant Viruses.* No. 75, 3 s.
- Bremer, K. 1981. Witches broom disease of *Arctostaphylos* and *Vaccinium* species in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 20: 188-191.
- 1984. Rings spot of *Aronia melanocarpa*, a disease caused by an isometric virus transmissible via sap and seed. *Ann. Agric. Fenn.* 23: 176-182.
- Büttner, C., Jacobi, V., Koenig, R. 1987. Isolation of carnation Italian ringspot virus from a creek in a forested area southwest of Bonn. *J. Phytopath.* 118: 131-134.
- & Nienhaus, F. 1989a. Virus contamination of soils in forest ecosystems of the Federal Republic of Germany. *Eur. J. For. Path.* 19: 47-53.
- & Nienhaus, F. 1989b. Virus contamination of waters in two forest districts of the Rhineland area (FRG). *Eur. J. For. Path.* 19: 206-211.

- Cech, M., Králík, O., Blatný, C. 1961. Rod-shaped particles associated with virosis of spruce. *Phytopathology* 51: 183-185.
- Cooper, J.I. 1976. The possible epidemiological significance of pollen and seed transmission in the cherry leafroll virus/*Betula* spp. complex. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land u. Forstwirtschaft. Berlin—Dahlem* 170: 17-22.
- 1979. *Virus Diseases of Trees and Shrubs*. Oxford: Inst. Terrestrial Ecol. 74 s.
- 1980. The prevalence of cherry leafroll virus in *Juglans regia* in the United Kingdom. *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.* 15: 139-45.
- & Atkinson, M.A. 1975. Cherry leaf roll virus, a cause of chlorotic symptoms in *Betula* spp. in the United Kingdom. *Forestry* 48: 193-203.
- & Edwards, M.L. 1981. The distribution of poplar mosaic virus in hybrid poplars and virus detection by ELISA. *Ann. Appl. Biol.* 99: 53-61.
- , Edwards, M.L. & Siwecki, R. 1986. The detection of poplar mosaic virus and its occurrence in the range of clones in England and Poland. *Eur. J. For. Path.* 16: 116-124.
- & Massalski, P.R. 1984. Viruses and virus-like diseases affecting *Betula* spp. *Proc. R. Soc. Edinburgh Sect. B* 85: 183-95.
- Ebrahim-Nesbat, F. & Heitefuss, R. 1989. Isolierung eines Potyvirus aus erkrankter Fichte im Bayerischen Wald. *Eur. J. For. Path.* 19: 222-230.
- Flachmann, M., Lesemann, D.-E., Frenzel, B. & Koenig, R. 1990. Isometric virus-like particles in *Abies alba* Mill. and other *Abies* species: partial purification and improved detection by means of electron microscopy. *J. Phytopath.* 129: 193-202.
- Frenzel, B. 1983. Beobachtungen eines Botanikers zur Koniferenerkrankung. *Allg. Forstztg.* 183: 743-747.
- Grünewaldt-Stöcker, G. & Nienhaus, F. 1977. Mykoplasma-ähnliche Organismen als Krankheitserreger in Pflanzen. Berlin. 115 s.
- Gugerli, P., Voss, A. & Benz, G. 1986. Elektronenmikroskopischer Nachweis von virusähnlichen Teilchen in Extrakten von Fichtennadeln. *Schweiz. Z. Forstwes.* 137: 237-244.
- Hiruki, C. 1988. *Tree mycoplasmas and mycoplasma diseases of trees*. University of Alberta Press. 245 s.
- Holopainen, J.K. 1983. Virusmaisten hiukkasten esiintyminen männyssä (*Pinus sylvestris* L.). Helsingin Yliopisto, Kasvipatologian laudaturtyö, 25 s.
- 1986. Damage caused by *Lygus rugulipennis* Popp. (Heteroptera, Miridae), to *Pinus sylvestris* L. seedlings. *Scand. J. For. Res.* 1: 343-349.
- Jamalainen, E.A. 1957. Virustaudeista ja virustautien kaltaisista kasvitaudeista Suomessa. *Publ. Finnish State Agric. Res. Board* No 158, 58 s.
- Jernelöv, A. 1976. Gula löv hos asp. *Fauna och Flora* 71: 7-8.
- Jones, A.T. 1973. A comparison of some properties of four strains of cherry leaf roll virus. *Ann. Appl. Biol.* 74: 211-217.
- 1974. Elm mottle virus. *Commonwealth Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Descr. Plant Viruses*, No. 139, 4 s.
- , Koenig, R., Lesemann, D.-E., Hamacher, J., Nienhaus, F. & Winter, S. 1991. Serological comparison of isolates of cherry leaf roll virus from diseased beech and birch trees in a forest decline area in Germany with other isolates of the virus. *J. Phytopath.* 129: 339-344.
- Kegler, H. & Kontzog, H.-G. 1990. Non-vectored transmission of plant viruses. *Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft. Proceed. of the First Intern. Working Group of Plant Viruses with Fungal Vectors*. Braunschweig, ss. 159-162.
- Kontzog, H.-G., Kleinhempel, H. & Matschke, J. 1990. Combined effects of environmental stress and virus infections on the growth of forest trees. *Arch. Phytopath. Pflanzenschutz* 26: 359-362.
- Lemmetty, A. 1988. Isolation and purification of apple chlorotic leaf spot virus and its occurrence in Finnish orchards. *Acta Horticult.* 235: 177-180.
- Matthews, R.E.F. 1982. Fourth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Classification and nomenclature of viruses. *Intervirology* 17: 1-200.
- Meer, F.A. van der, Maat, D.Z. & Vink, J. 1980. Poplar mosaic virus: purification, antiserum preparation and detection in poplars with the enzyme-linked immunosorbent assay (Elisa) and with infectivity tests on *Nicotiana megalosiphon*. *Neth. J. Pl. Path.* 86: 116-124.
- Mircetich, S.M. & Moller, W.J. 1977. Prunus stem pitting. *EPPO Bull.* 7: 29-36.
- Nienhaus, F. 1975. Viren und virusverdächtige Erkrankungen in Eichen (*Quercus robur* und *Quercus sessiliflora*). *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* 82: 739-749.

- Nienhaus, F. 1985. Infectious diseases in forest trees caused by viruses, mycoplasma-like organisms and primitive bacteria. *Experientia* 41: 597-603.
- , Brüssel, H. & Schinzer, U. 1976. Soil-borne transmission of rickettsia-like organisms found in stunted and witches' broom diseased larch trees (*Larix decidua*). *Z. Pflanzenkr. Pflanzensch.* 83: 309-316.
- , Büttner, C. & Hamacher, J. 1990. Virus infection of forest trees by mechanical transmission. *J. Phytopath.* 129: 141-150.
- & Castello, J.D. 1989. Viruses in forest trees. *Ann. Rev. Phytopath.* 27: 165-186.
- Parameswaran, N., Fink, S. & Liese, W. 1985. Feinstrukturelle Untersuchungen an Nadeln geschädigter Tannen und Fichten aus Waldschadensgebieten im Schwarzwald. *Eur. J. For. Path.* 15: 168-182.
- & Liese, W. 1988. Occurrence of rickettsialike organisms and mycoplasmalike organisms in beech trees at forest dieback sites in the Federal Republik of Germany. *Julkaisussa: Hiruki, C. (toim.) Tree mycoplasmas and mycoplasma diseases of trees. University of Alberta Press. s. 109-114.*
- Poteri, M., Heikkilä, R. & Yuan-Yu Liu 1987. Peltoluteen aiheuttaman kasvuhäiriön kehittyminen yksivuotisilla männyntaimilla. *Folia For.* 412, 6 s.
- Polak, Z., Prochazkova, Z. & Danisova, H. 1990. Recent findings of viruses of forest trees on the territory of the Czech Republic. *Arch. Phytopath. Pflanzenschutz* 26: 389-394.
- Raitio, H. 1985. Yksivuotisten avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen. *Folia For.* 611, 14 s.
- Schmelzer, K. 1969. Das Ulmenscheckungs-Virus. *Phytopathol. Z.* 64: 39-67
- 1972. Nachweis der Verwandtschaft zwischen Herkünften des Kirschenblattroll-Virus (Cherry leaf-roll virus) und dem Ulmenmosaik-Virus (elm mosaic virus). *Zentralbl. Bakteriol.* 127: 140-144.
- , Schmidt, H.E. & Schmidt, H.B. 1966. Viruskrankheiten und virusverdächtige Erscheinungen an Forstgehölzen. *Arch. Forstwes.* 15: 107-120.
- Smallidge, P.J., Leopold, D.J. & Castello, J.D. 1991. Structure and composition of forest stands affected and unaffected by ash yellows. *Plant Dis.* 75: 13-18.
- Stipes, R.J. & Campana, R.J. 1981. *Compendium of elm diseases.* 96 s. Maine, USA.
- Soikkeli, S. 1983. Viruses in conifer needles in Finland: description of visible symptoms and ultrastructural aberrations of mesophyll tissue. *Commun. Inst. For. Fenn.* 116: 77-83.
- 1985. Ultrastructural aberrations referring to viruses in the needles of young growth disturbed pine seedlings. *Eur. J. For. Path.* 15: 246-253.
- Sweet, J.B. 1980. Fruit tree infections of woody exotic and indigenous plants in Britain. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 15: 231-238.
- & Barbara, D.J. 1979. A yellow mosaic disease of horse chestnut (*Aesculus* spp.) caused by apple mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.* 92: 335-341.
- Tapio, E. 1972. The appearance of soil-borne viruses in Finnish plant nurseries. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 44: 83-92.
- Winter, S. & Nienhaus, F. 1989. Identification of viruses from European beech (*Fagus sylvatica* L.) of declining forests in Northrhine-Westfalia (FRG). *Eur. J. For. Path.* 19: 111-118.

Total of 59 references.

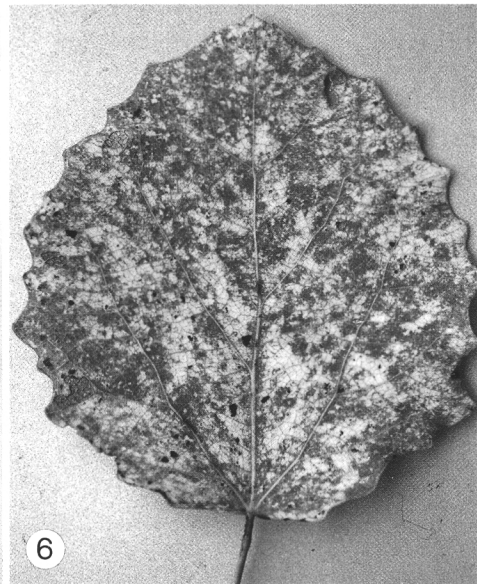
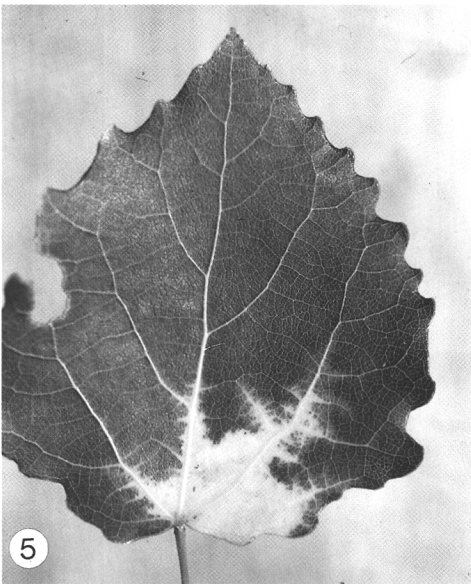


Kuva 1. Suonikloroosi punaherukan lehdessä.
Figure 1. Chlorotic veins on Ribes rubrum.

Kuva 2. Rengaslaikkuja pihlajan lehdessä. Aiheuttaja on ilmeisesti omenan kloroottinen lehtilaikkuvirus.
Figure 2. Ringspots on rowan leaves (Sorbus aucuparia), obviously caused by the apple chlorotic leaf spot virus.

Kuva 3. Kirsikan lehtikierreviruksen aiheuttamaa kloroosia rauduskoivun lehdessä.
Figure 3. Chlorosis caused by cherry leaf roll virus on a leaf of Betula pendula.

Kuvat 4-6. Haavan lehtikloroosi. 4) Samoissa lehdissä saattaa olla sekä suonია pitkin etenevää että mosaiikkimaista kloroosia. 5) Lehtisuonia pitkin etenevä kloroosi. 6) Mosaiikkimainen kloroosi.
Figures 4-6. Leaf chlorosis on aspen (Populus tremula). 4) Chlorosis extending along the veins and one with a mosaic pattern present on the same tree. 5) Chlorosis extending along the veins. 6) Chlorosis with a mosaic pattern.



SUMMARY

Diseases caused by viruses and mycoplasmas in forest trees

K. Bremer, K. Lehto & T. Kurkela

Relatively few observations and experiments concerning the putative occurrence of virus diseases have been carried out on Finnish forest trees. They include the following studies:

Conifers

Yellow mosaic symptoms on young, forest-grown pines were investigated by Holopainen (1983). An electronmicroscopic study, involving negative staining of plant sap, revealed seven different classes of virus-like particles (VLPs). Certain types of particle occurred in both healthy and affected tissues, but some only in the affected samples. Particles restricted to the affected samples were either of a long, filamentous type resembling potyviruses or the bacilliform type, or icosahedral with a diameter of about 40 nm. In a simple transmission test a slight systemic infection was transferred from a diseased pine to tomato, indicating the infectious nature of the symptoms. However, the viral nature of the disease remains unclear.

Deciduous trees

Spots and ringspots, resembling symptoms of apple chlorotic leaf spot virus (Sweet 1980) have been observed on rowan, *Sorbus aucuparia* (Figure 2), since the 1950's (Jamalainen 1957). As apple chlorotic leaf spot virus commonly occurs on native apple trees (Lemmetty 1988), it is also likely to occur on rowan. Strong yellow spots, resembling the symptoms of apple mosaic virus, have also been reported on the same tree species (Jamalainen 1957).

Light green spots and ringspots similar to the symptoms of cherry leaf roll virus, have been observed on a silver birch (*Betula pendula*) in the Helsinki area. The disease was transmittable to healthy birch following grafting (Bremer, unpublished). In 1990, the cherry leaf roll virus was serologically detected in another silver birch tree in Orivesi, Purnu (Figure 3), that displayed symptoms typical of this virus (Cooper, pers. commun.). No other virus diseases have been detected in Finnish birch, although tobamo-, nepo- and tobaviruses, that occur commonly in Finnish soils (Tapio 1972), are potential birch pathogens.

Virus-like spots and ring spots have been reported on oak (*Quercus robur*) and maple (*Acer platanoides*) trees, but the causal agents have not been identified. Similar symptoms observed on German oak are known to be caused by TMV (Nienhaus 1985).

Virus-like mosaic and vein banding have been reported on aspen, *Populus tremula* (Figures 4-6) by Kurkela (unpublished). Virus particles have not been detected in leaf tissues subjected to electronmicroscopy, and neither has it been possible to transmit the symptoms in grafting experiments (Bremer, unpublished).

Shrubs

The cherry leaf roll virus, causing yellowish spots and ringspots, occurs commonly on red berried elder (*Sambucus racemosa*) and has been serologically confirmed as the causal agent of the symptoms (Cooper and Edwards 1980). A viral disease, called "Aronia Ring Spot Virus", occurs on aronia (*Aronia melanocarpa*). The disease is transmittable by grafting to bird cherry and rowan, but is latent in these species (Bremer 1984). The virus has not been identified as any previously known virus.

ISBN: 951-40-1158-9
ISSN: 0358-4283