

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 35**



TAIMITARHAN SIENITAUTIPÄIVÄ 14. 8. 1980

SUONENJOKI 1980

Kansikuvat: **TIMO KURKELA**

vasen: Lumikaristetta taimitarhalla

oikea: Versosyöpää taimitarhalla

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

METSÄNVILJELYN KOEASEMAN
TIEDONANTOJA 35

TAIMITARHAN SIENITAUTIPÄIVÄ 14.8.1980

Suonenjoki 1980
ISBN 951-40-0497-3

SISÄLLYS

	sivu
Paavo Pelkonen	
ARVOISAT TAIMITARHAPÄIVÄN OSANOTTAJAT	1
Tauno Kallio	
METSÄNVILJELY JA SIENITUHOT	3
Sakari Lilja	
TAIMITARHAN TÄRKEIMMÄT SIENITAUDIT	11
Olavi Laiho	
MYKORITSAKEHITYS TAIMITARHASSA	19
Raija-Liisa Petäistö	
JUURISTOPATOGEENIT TAIMITARHALLA	26
Kari Korhonen	
SIENTEN PERINNÖLLISESTÄ VAIHTELUSTA	29
Timo Kurkela	
VERSOSYÖPÄ JA METSÄNVILJELY	33
Kim von Weissenberg	
MÄNNYNTAIMIEN KEHITYS JA VERSORUOSTE	42
Sakari Lilja	
TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTTÖ TAIMITARHALLA	49

Paavo Pelkonen

ARVOISAT TAIMITARHAPÄIVÄN OSANOTTAJAT

Suonenjoen metsänviljelyn koeaseman taimitarhapäivän aikana käsitellään sienitauteja. Aihe on aina ajankohtainen, koska tuhoja esiintyy aika ajoin taimitarhoilla. Huolimatta käytettävissä olevista tehokkaista torjuntamenetelmistä sienituhot aiheuttavat jatkuvasti taimituotannossa taloudellisia menetyksiä ja hankalia muutoksia metsänviljelysuunnitelmissa.

Taimituotanto on osa metsänviljelyketjua, jolla metsän kasvattaja pyrkii ohjaamaan puusatoa niin määrällisesti kuin laadullisestikin haluamaansa suuntaan. Ainoastaan viljelymetsätaloudessa onkin mahdollista tuntuvasti lisätä kasvattajan arvostamien kasvuominaisuuksien yleisyyttä metsikössä. Metsänviljelyssä sekä viljelymetsien kasvattamisessa on koettu melko pahojakin epäonnistumisia ja syytä on haettu niin nykyisistä taimitarhoilla käytettävistä kasvatustekniikistä kuin viljelyyn tarjottujen taimien perinnöllisistä ominaisuuksista.

Taimitarhaolosuhteissa kasvaneisiin taimiin kohdistunut valintapaine on epäilemättä pienempi kuin luontaisesti metsään syntyneisiin, vastaavan kokoisiin puun alkuihin. Missään tapauksessa luontaisen uudistamisen ja viljelyn yhteydessä taimiin kohdistuvien valintapaineiden ero ei ole kuitenkaan suoraan verrannollinen käytettävissä oleviin siemenmääriin, koska "luonto harrastaa" uudistuslalla myös huomattavassa määrin satunnaisotantaa. Ilmeisestikään luontaisesti syntyneissä, kasvupaikalla vakiintuneissa taimissa ei ole sellaista geneettisesti ohjattua yleisen rasituskestävyyden ominaisuutta, jolla ne ennakoisivat alkavan kiertoajan kasvuolosuhteita paremmin kuin samaa alkuperää olevat taimitarhalla kasvatetut taimet.

Tutkimalla ja kehittämällä taimitarhojen tuotantotekniikkaa sekä kiinnittämällä erityistä huomiota puiden alkuperän ja peruselintointojen välisten riippuvuuksien selvittämiseen pyritään tulevaisuudessa tuottamaan metsänviljelykelpoisuudeltaan yhä parempia taimia. On kehitettävä sellaisia menetelmiä, joita käytettäessä taimien kunto niin taimitarhalla kuin myös metsänviljelyalueella säilyy

hyvänä, jolloin myös sienitautien esiintyminen vähenee. Uusien menetelmien ja tarkan alkuperävalinnan ohessa on kehitettävä ja käytettävä tehokkaita torjuntamenetelmiä, koska taimitarha tulee intensiivisesti hoidettuna viljelysysteeminä olemaan jatkossakin suhteellisen altis tuhoille. Ennen kaikkea tuhoja ei ole tarkasteltava yllättävänä poikkeusilmiönä, vaan mahdollisimman näkymättömissä pidettävänä, mutta alati piilevänä keskeisenä tekijänä taimien kasvatustilanteissa. Tässä tuotantoketjussa monimutkaiset osatekijöiden väliset riippuvuussuhteet ohjaavat ympäristötekijöiden ohessa prosessin etenemistä -toivottavasti taimen kasvattajan haluamaan suuntaan.

Tauno Kallio

METSÄNVILJELY JA SIENITUHOT

Sienet ja hyönteiset aiheuttavat Suomessa suurimmat metsätuhot. Hyönteisten aiheuttamat tuhot näkyvät yleensä selvästi. Sienituhoista vain osa (esim. tervasroso, männynversoruoste) on selvästi nähtävissä. Mm. lahottajasienien aiheuttama tuho tapahtuu näkymättömissä ja aiheuttaa hakkuiden yhteydessä usein ikäviä yllätyksiä.

Vuoden 1979 lopussa mietintönsä jättänyt metsätuhotoimikunta (Metsätuhotoimikunnan mietintö 1979) arvioi sienien ja hyönteisten aiheuttavan vuosittain satojen miljoonien markkojen tappiot. Analysoidessaan syitä metsätuhojen lisääntymiseen toimikunta esitti eräänä syynä metsänviljelyn lisääntymisen. Taimitarhatuhoista toimikunta mainitsee esimerkkinä versosyövän, joka esim. v. 1967 tappoi miljoonia männyntaimia Pohjois-Suomen taimitarhoilla ja 1975 n. 15 milj. havupuun tainta lähinnä Itä- ja Kaakkois-Suomen taimitarhoilla.

Tuotannon kohottamisen seurauksia

Kasvituotannon kohottamisen myötä lisääntyvät kasvustoissa esiintyvät tuhot, sekä eläintuhot että kasvitaudit. Tämän on todennut myös maailmankuulu kasvinjalostaja Norman E. Borlaug. Hän on kiinnittänyt huomiota tehostetun tuotannon aiheuttamiin muutoksiin maanviljelyksessä. Mm. lannoitus ja tehostettu viljelytekniikka lisäävät tuhonaiheuttajien kasvua ja parantavat niiden lisääntymismahdollisuuksia. Sen vuoksi on käytettävä tauteja ja hyönteisiä vastaan kestäviä lajikkeita, kiinnitettävä huomiota kokonaisvaltaiseen torjuntaohjelmaan ja käytettävä vuoroviljelyä sekä kaikkia mahdollisia biologisen torjunnan menetelmiä. "Tautien ja hyönteisten torjunta tulee yhä tärkeämmäksi, kun maanviljelys tulee tehokkaammaksi ja siihen tehdään suurempia investointeja" (BORLAUG 1980).

Siteeraus Borlaugin maanviljelystä koskevasta tekstistä sopii myös metsänviljelyyn. Suomessa on parikymmentä vuotta kaikin keinoin pyritty puuntuotannon kohottamiseen. Tällöin ei ole tultu ajatelleeksi, että pääasiassa luontaisesti syntyneissä ja näihin asti varsin terveissä metsissämme voidaan uusia tehostettuja puuntuotanto-

menetelmiä käyttämällä aiheuttaa merkittävää metsätuhojen lisääntymistä. Metsätalouden pitkä tuotantoaika tekee tuhojen esiintymisen mahdollisuuden kiertoajan kuluessa paljon todennäköisemmäksi kuin mitä tuhojen esiintyminen on maataloudessa, jossa tuotantoaika on yksi- tai kaksivuotinen.

Metsätalouden ehkä 60 - 80-vuotinen tuotantoaika tekee nimenomaan sienituhojen torjunnan vaikeaksi. Tämä johtuu mm. siitä, että sienien suvullisen lisääntymisen yhteydessä tapahtuu perintötekijöiden muuttumista ja uudelleen ryhmittymistä. Näin voi syntyä entistä iskeytymiskykyisempiä sieniä. Puu luonnollisesti pysyy koko kasvu-aikansa perintötekijöiltään muuttumattomana. Pitkän elämänsä aikana puu joutuu useitten sienisukupolvien hyökkäyksen kohteeksi ja lisäksi monenlaisten sekä usein toistuvien muiden tuhoriskien alaiseksi. Tehostettua metsätaloutta on kuitenkin harjoitettu maassamme niin lyhyen ajan, ettei tuhojen lisääntyminen ole vielä kaikilta osiltaan havaittavissa.

Professori Peter Tigerstedt on korostanut puista tulleen meilläkin viljelykasveja muiden viljeltävien kasvien joukossa. Monet viljelytalouteen kuuluvat ekologiset kysymykset ovat vielä ratkaisematta. Niihin kuuluu mm. kysymys tuhojen torjunnasta. Kysymys ei Tigerstedtin mukaan voi olla siitä, että tuottaisimme hehtaaria kohti mahdollisimman paljon puuta tai energiaa, vaan kysymys on siitä, miten menetellä, jotta hehtaaria kohden saisimme "kannattavimman" sadon, jonka tuottaminen ei vaadi suuria ja energiaa kuluttavia ponnisteluja (TIGERSTEDT 1978).

Tuskin on erimielisyyttä siitä, että metsätuhojen määrä kasvaa siirryttäessä voimaperäisempään tuotantoon. Lähes kaikki tutkimustulokset, joissa metsien tuoton kohottamistoimenpiteet on muutettu markoiksi, ovat kuitenkin lähteneet siitä olettamuksesta, ettei tuhojen lisääntymistä tarvitse ottaa laskelmissa huomioon. Näin on saatu kannattaviksi joukko sellaisia metsien tuoton tehostamistoimenpiteitä, joiden kannattavuuden tutkijat haluaisivat ottaa uudelleen tarkasteltavaksi. Metsänistutus on eräs näistä toimenpiteistä. Metsänviljely on toisinaan välttämätöntä, mutta istuttamista suoritetaan valitettavasti myös sellaisissa metsiköissä, missä se ei ilmeisesti ole perusteltua. Tänä päivänä tiedämme

myös, että metsänviljely ei yleensä johda puuntuotannon olennaiseen lisäykseen luontaiseen uudistamiseen verrattuna (VUOKILA 1980).

Metsänviljely ja luontainen uudistaminen

Luontainen uudistaminen olisi metsänsuojelun kannalta paras ja turvallisin vaihtoehto. Myös puuntuotannolliselta kannalta luontaista uudistamista olisi syytä käyttää siellä, missä se johtaa kohtuullisessa ajassa täystiheän taimiston syntymiseen (VUOKILA 1980). Metsänviljelyä ja luontaista uudistamista olisi pyrittävä käyttämään toisiaan täydentävinä toimenpiteinä. Metsistämme uudistuu luontaisesti yli puolet (55 %). Sekametsien syntyminen ja kasvattaminen olisi metsänsuojelun kannalta toivottavaa, mutta käytännön metsänhoidossa sekametsiä vieroksutaan. Viljely johtaa vain harvoin yhden puulajin metsikköön ellei vieraita puulajeja poisteta varhaisesta taimivaiheesta alkaen. Puulajisekoitus olisi säilytettävä ainakin 20 - 30 vuotta. Näin varmistettaisiin metsän terveyttä kohtuullisin kustannuksin ja luonnonläheisin menetelmin.

Luontaisen uudistamisen lisäämistä voidaan perustella mm. seuraavilla näkökohdilla:

1. Metsänviljelymateriaalissa on tapahtunut liian suuria alkuperän alueellisia siirtoja. Tästä johtuen on viime vuosina ruvennut esiintymään mm. 25 - 30-vuotiaiden viljelymänniköiden tuhoutumista pääasiassa versosyövän vuoksi. Tauti on saanut jalansijaa etenkin sääoloiltaan epäedullisten kasvukausien jälkeen, kun puiden taimet ovat heikentyneet ja alkaneet kitua. Kitumisen perimmäinen syy on luultavasti kuitenkin sopimaton alkuperä. Versosyövä iskeytyy helpoimmin kituviin yksilöihin. Alkuun päästyään tauti saattaa levitä epidemian tavoin sienelle edullisissa oloissa. Nykyisin ollaan metsänviljelymateriaalin valinnassa paljon tarkempia kuin sodan jälkeen. Alkuperään olisi kiinnitettävä yhä enemmän huomiota. Luontainen uudistaminen takaa aina oikean alkuperän, eikä sen merkitystä tautien torjunnassa voida väheksyä.

2. Taimimäärän merkitykseen on kiinnitettävä huomiota. Taimitarhalla kasvattaen saadaan kilosta kavupuiden siementä noin 40 000 - 45 000 tainta. Pääosasta taimia toivotaan saatavan ainespuun mitat täyttävää puutavaraa. Kuusen luonnonsiemennyksessä runsaan siemen-

sadon sattuessa kuten keväällä 1979 Etelä-Suomessa siemensato on todella runsas. Esim. keväällä 1979 lienee siten kilon siemenmäärästä jäänyt henkiin muutamia kymmeniä taimia (SALPAKIVI 1980). Metsikön lopullinen puusto ei edes metsänviljelyssä muodostu yhden uudistamistoimenpiteen lopputuloksena, vaan puusto syntyy useiden vuosien kuluessa (RÄSÄNEN ym. 1979). Luontaisessa uudistamisessa päätehakkuun puusto syntyy tietenkin vielä pidemmän ajan kuluessa. Luontaisessa uudistamisessa on kilpailun aiheuttama eloon jäävien yksilöiden valinta erittäin voimakasta. Tässä karsinnassa poistuvat taudeille altteimmat yksilöt todennäköisesti niin tehokkaasti, että vaataavaa karsintaa ei taimitarhoilla ole toistaiseksi mahdollista suorittaa. Metsään istutettujen taimien lukumäärästä kuolee nykyisin ensimmäisten vuosikymmenien aikana jopa puolet (YLI-VAKKURI ym. 1969, LEIKOLA ym. 1977, METSÄMUURONEN ym. 1978). Näin esim. laskelmat saatavasta jalostushyödyistä menettävät osittain merkityksensä (LEIKOLA 1977).

3. Luonnonsiemennys kattaa edullisissa oloissa kaikki kohdat uudistusosalalla. Istutustaimien lukumäärä on huomattavasti vähäisempi, nykyisin yleisimmin noin 2000 tainta hehtaarilla. Osa taimista istutetaan maastokohtiin, joissa niillä ei ole hyviä kasvuedellytyksiä. Tästä aiheutuu mm. juuriston kehityshäiriöitä, joista on istutusmetsistä tietoja yllin kyllin (HEIKINHEIMO 1941, HUURI 1965, LÄHDE & SILTANEN 1973, LÄHDE & MUTKA 1974). Juuristojen paikoittelun erittäin huono kehitys saattaa olla peräisin myös taimitarhalta. Paakkutaimet lienevät tässä suhteessa erityisen arkoja. Luonnontaimien juuristo on joka tapauksessa taimen kannalta kaikin puolin parempi kuin istutustaimen juuristo. Tällä seikalla saattaa olla suuri merkitys taimen tautien vastustamiskyvylle (KANGAS 1940, SALPAKIVI 1980). Istutustaimien juuriston huono kehitys saattaa aiheuttaa nuoresta alkaen taimien kallistumista ja kaatumista. Taimitarhatainten mukana saattaa levitä metsään myös taudinaiheuttajia kuten juurikäpää (JORGENSEN 1961). Aukkoisuutta esiintyy sekä luontaisesti syntyneissä että viljellen perustetuissa metsiköissä.

4. Erityisesti tuoreiden kankaiden istutusmänniköissä puiden tekninen laatu on oksaisuuden ja puuaineksen heikon tiheyden vuoksi keho (UUSVAARA 1974). Hyvälaatuisen tukkipuun kasvattamiseksi karsiminen jopa kahdessa vaiheessa suoritettuna on yleensä välttämätön (VUOKILA 1980). Karsiminen aiheuttaa kuitenkin huomattavia

kustannuksia. Järeän arvopuun tuottaminen on nykyisen käsityksen mukaan eräs kilpailukykyisen metsätaloutemme perusedellytyksiä.

5. Energian hinnan jatkuva kallistuminen on jo huonontanut ja huonontaa edelleen metsiin suoritettavien investointien kannattavuutta. Esim. WARIS (1977) on arvioinut, että investoinnit metsiin vähenevät lähivuosikymmeninä. Tämäkin puoltaa luontaista uudistamista.

Luontainen uudistaminen on meillä viime vuosikymmeninä jäänyt tutkimustoiminnassa vähälle huomiolle. Viimeaikaiset tutkimustulokset viittaavat kuitenkin siihen, että luontainen uudistaminen kenties sittenkin on yksinään tai istutuksella täydennettynä paikoitellen paras taloudellinenkin vaihtoehto (SUNDSTRÖM 1980, SALPAKIVI 1980, VUOKILA 1980). Energian kallistuminen näyttää yhä vahvistavan luontaisen uudistamisen vaihtoehtoa. Keinolliseen metsänuudistamiseen oleellisesti liittyvä metsänjalostus kaivannee erityisesti taudinkestävyysjalostukseen kohdistuvaa tehostamista. Taudinkestävyysjalostus on vaikeata, hidasta ja epäkiitollista mutta erittäin tarpeellista. Mitä teemme taimilla, jotka kasvavat nopeasti, mutta ovat "maatiaistaimia" alttiimpia tuhoille. Saksassa on DIMITRI (1979) osoittanut, että juurikäpää eli maannousemasieni etenee kuudessa yleensä sitä nopeammin, mitä nopeakasvuisemmista kuusiprovenienseista on kysymys.

Sienet metsänviljelyssä

Suomessa on istutustaimien kuolleisuus osoittautunut odotettua suuremmaksi. Varttuneessa metsikössä on vaikea erottaa luontaisesti syntyneitä puita viljelytaimista kasvaneista. Kiertoajan loppupuolella on myös vaikeata määritellä metsikön kasvatusaikana esiintyneitä tautiepidemioita ja niiden merkitystä metsikön terveydelle. Kuitenkin epidemiat saattavat mullistaa sen terveydentilan riippumatta metsikön syntytavasta. Edellämainituista syistä ei varttuneiden eri tavoin syntyneiden metsiköiden terveydentilan vertailu luotettavasti ole useinkaan mahdollista eikä aina edes tarkoituksenmukaista.

Metsäpatologin on pyrittävä selvittämään taudinaiheuttajia viljelymateriaalista - siemenistä ja taimista - alkaen. Taimien ja taudinaiheuttajien välistä taistelua pyritään seuraamaan taimitarhalla, taimivarastolla ja istutuksen jälkeen metsässä. Näin metsäpatologinen tutkimus liittyy saumattomasti metsänuudistamisketjuihin kohdistuvaan tutkimukseen. Päämääränä on saada tietoja eri tekijöiden vaikutuksesta taudinaiheuttajiin ja niiden isäntäkasveihin, jotta tuhot voitaisiin välttää tai niitä ainakin vähentää. Metsänuudistamisen päämääränä olisi kai oltava terveen metsän kasvattaminen poishakatuun metsän tilalle. Tämän pitäisi olla mahdollista myös silloin kun hakattu metsä on ollut sairas.

Taimitarhan sienitautipäivän puitteissa tarkastellaan eräitä aiheeseen liittyviä kysymyksiä metsäpatologian tutkijoiden alustusten pohjalta. Kokonaiskäsityksen saaminen metsänviljelyssä esiintyvistä sienitauhoista ei ole helppoa kuulijoille. Lienee laiha lohdutus, ettei se ole helppoa tutkijoillekaan.

Kirjallisuus

- BORLAUG, N.E. 1980. Lannoitteiden merkitys. Teoksessa: Pessi, Y. ym. (toim.) "Maan ja kasvun hyväksi", p. 31-47. Kemira Oy. Helsinki.
- DIMITRI, L. 1979. Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Fichte (Picea abies Karst.) gegenüber dem Wurzelschwamm. Aus dem Institut für Forstproduktion der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt Hann. Münden. 110 pp.
- HEIKINHEIMO, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Deutsches Referat: Versuche mit waldbauliche Pflanzmethoden. Commun. Inst. For. Fenn. 29(4):1-63.
- HUURI, O. 1965. Istutustaimen juuristo - maanalaisen vankilan unohdettu kärsijä. Metsälehti 1965(16):6 ja (19):2.
- " 1978. Effect of various treatments at planting and of soft containers on the development of Scots pine (Pinus silvestris L.). Proceedings of the Root Form of Planted Trees Symposium. May 16 - 19, 1978. British Columbia Ministry of Forests/ Canadian Forestry Service. Joint Report 8, 1978, p. 101-108.
- JORGENSEN, E. 1961. On the spread of Fomes annosus (Fr.) Cke. Can. J. Botany 39(6):1437-1445.

- KANGAS, E. 1940. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. Metsät. Aikakausi. 10:129-134.
- LEIKOLA, M. 1977. Millaisia ovat yksityismetsiemme varttuneet viljelytaimistot tällä hetkellä. Metsä ja Puu 1977(12):6-8.
- " , METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. & TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967 - 1975. Summary: The development of Scots pine plantations in southwestern Finland in 1967 - 1975. Folia For. 312:1-27.
- LÄHDE, E. & SILTANEN, S. 1973. Männyn taimien kunto ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of the root system and the condition of the pine (Pinus silvestris L.) seedlings in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 78(7):1-31.
- " & MUTKA, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 83(3):1-43.
- METSÄMUURONEN, M., KAILA, S. & RÄSÄNEN, P.K. 1978. Männyn paakku-taimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Summary: First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973. Folia For. 349:1-36.
- Metsätuhotoimikunnan mietintö 1979. Skogsskadekommissionens betänkande. Komiteamietintö 1979:64. 104 pp. Helsinki.
- RÄSÄNEN, P.K., POHTILA, E., RAUTIAINEN, O. & LAITINEN, E. 1979. Valtakunnallinen metsänuudistamisen inventointitutkimus aloitettu Metsäntutkimuslaitoksessa. Metsä ja Puu 1979(2):4-9.
- SALPAKIVI, P. 1980. Metsän kylvä antaa valinnan mahdollisuuden. Metsä ja Puu 1980(4):20.
- SUNDSTRÖM, F. 1980. Möjligheterna till naturlig förnyelse av de förnyelsemogna skogarna inom sydvästra Finlands, Satakunta och Nyland-Tavastlands distriktsskogs nämnder. Laudaturarbete i skogsskötsel för forstmästarexamen, Helsingfors universitet. 46 pp. + 6 bilagor.
- TIGERSTEDT, P.M.A. 1978. Metsänjalostus. Metsien kasvun kohottamisen rajat. Kansallis-Osake-Pankin Taloudellinen Katsaus, B-painos 27, p. 14-24.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantationgrown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80(2):1-105.

- WARIS, K. 1977. Epävarmuuden aikaan. Kanava 1977(8):477-480.
- VUOKILA, Y. 1980. Nopea järeytyminen viljelyn päämerkitys.
Metsälehti 1980(20):4.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P.K. & SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn
antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon,
Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella.
Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 2:1-92.

Sakari Lilja

TAIMITARHAN TÄRKEIMMÄT SIENITUHOT

Taimipoltetta voivat aiheuttaa useat sienilajit siementen itämisvaiheessa tai muutamia viikkoja sen jälkeen. Useimmat tautia aiheuttavat sienet elävät maassa, mutta niitä saattaa kulkeutua myös siemenen mukana (TIMONIN 1964, LILJA, A. 1979) Alternaria-, Fusarium-, Pythium- ja Rhizoctonia- sukuihin kuuluvat lajit ovat taimipoltesieninä tavallisia. Meillä lienevät Fusarium- lajit metsätaimitarhoissa yleisimpiä. Koivun siemenillä esiintyvistä sienistä esim. Trichothecium roseum pystyy tehokkaasti tappamaan sirkkataimia.

Taimipoltteen tyypillinen oire on taimien solukon pehmeneminen ja taimen kuroutuminen maan rajasta, mistä on seurauksena taimien kaatuminen. Kuitenkin myös heti itämisen alkuvaiheessa tapahtunut sairastuminen lasketaan taimipolteeseen kuuluvaksi. Ainoana oireena voi tällöin olla näkyvässä huono itämistulos. Tautia esiintyy eri puulajeilla ja erilaisissa olosuhteissa. Taimipoltetta suosivista erillisistä tekijöistä voidaan mainita mm. kasvualustan korkea pH, kostea ja tiivis maa, myöhäiset ja tiheät kylvöt, korkea ilman kosteus, valon puute, tautia aiheuttavien sienten kasaantuminen vanhoihin taimitarhamaihin ja niitä hillitsevien sienien tai muiden eliöiden puuttuminen, lannoitus kylvön yhteydessä ja siemenestä tai muista tekijöistä johtuva hidastunut itäminen. Turpeen käyttö ja kasvatusalustan säännöllinen uusiminen vähentävät taimipoltetuhoja.

Kemiallisista torjuntamenetelmistä on käytössä siemenen peittäus, kylvösten kastelu fungisidiliuoksilla (tiraami) ja maan desinfioiminen ennen kylvöä.

Harmaahome, jonka aiheuttaa Botrytis cinerea-sieni, voi saastuttaa taimia jo itämisvaiheessa ja aiheuttaa taimipoltetta, mutta suurimmat tuhot se kuitenkin on aiheuttanut taimissa ensimmäisen kasvukauden lopulla sekä myöhemmin taimivarastoissa.

Sieni on yleinen kaikiällä luonnossa ja se pystyy lisääntymään myös kuollessa kasvimateriaalissa, joten itiöitä on yleensä läsnä silloin kun olosuhteet saastunnalle ovat suotuisat.

Taimitarhoissa harmaahome on aiheuttanut suurimmat tappiot muovihuoneissa kylvökesän kasvustoissa männyllä ja rauduskoivulla. Myös muut puulajit voivat sairastua. Niinpä esim. kontortamänty on harmaahomeelle erityisen altis.

Tauti lähtee tavallisesti liikkeelle tiheiden kasvustojen alaosissa, mutta saatuaan hyvän alun se etenee nopeasti sekä itiöiden että rihmaston avulla. Koivulla sieni siirtyy lehvästöstä ja sivuoksista runkoon. Pienet, allejääneet taimet tuhoutuvat ensiksi, mutta myös valtataimiin tulee eriasteisia laikkuja ja kuolioita versoihin. Männyllä sieni tappaa taimet laikuittain kasvustojen tiheysvaihteluja mukailleen. Tehokkain taudin torjuntakeino onkin kylvötiheyden säännöstely (vrt. sivu 17). Erityistä huomiota on kiinnitettävä muovihuonekasvustoihin.

Kemiallisessa torjunnassa käytetään benomyyliä tai tiraamia ruis-kutteena.

Männynkariste. Taudin aiheuttajasta on näihin saakka käytetty nimeä Lophodermium pinastri, mutta uusimmissa tutkimuksissa on todettu, että neulasissa esiintyy karistesienien tapaan muutamia toisistaan poikkeavia muotoja, joista kaikki eivät ole vaarallisia taimille. Täsmennetyin nimistön mukaisesti tautia aiheuttavasta lajista meidänkin olosuhteissa on ilmeisesti paikallaan käyttää Lophodermium seditiosum nimeä (KURKELA 1979). Tämä sieni poikkeaa rakenteeltaan sekä puhdasviljelmässä että luonnossa neulasissa esiintyessään jonkin verran L. pinastri-lajista, joka on yleinen kuolleilla, maahan varisseilla männyn neulasilla. Kurkela esittää em. julkaisussaan yksityiskohtaisesti lajien väliset erot.

Männynkariste saastuttaa koteloitiöillään taimia loppukesällä ja alkusyksystä. Saastuneet neulaset ruskistuvat seuraavana keväänä joko osittain tai kokonaan. Pahoin saastuneet taimet kuolevat, mutta jo osittainkin saastuneet ovat kelvottomia sekä koulintamateriaalina että myytävänä taimina. Saastuneiden taimien tunnistaminen

lajitteluvaiheessa onnistunee suuremmitta vaikeuksista. Männynkaristetta ei esiinny taimitarhoilla säännöllisesti, mutta varmojen ennustus- ja tarkkailumenetelmien puuttuminen sekä versosyövän esiintymismahdollisuus samoissa kasvustoissa, ainakin Pohjois-, Itä- ja Keski-Suomessa, antavat toistaiseksi aiheen männyn taimien säännölliselle ruiskuttamiselle koko kesän ja alkusyksyn. Kun nykyisin tarjolla olevat karisteen torjunta-aineet ovat lisäksi vain ennalta suojaavia, ei ruiskutus oireiden ilmaantumisen jälkeen ole riittävä.

Meillä on Jamalainen tehnyt uranuurtajan työtä taimitarhan tautien torjunnassa. Hän selvitti kokeellisesti mm. männynkaristeen torjuntaa (JAMALAINEN 1956). Tuolloin osoittautuivat tehokkaiksi kuparikalkki ja zineb. Nykyisin käytetään karisteen torjunnassa zinebin ohella samoihin ditiokarbamaattivalmisteihin kuuluvaa manebia.

Sateiset kasvukaudet lisäävät karisteriskiä. Niinpä edellisen kesän jäljiltä tautia ilmeni jonkin verran tänä vuonna mm. Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla. Koko maata ajatellen on suurilta karistetuilta taimitarhoilla viime aikoina kuitenkin vältytty.

Männyn lumikariste, aiheuttaja Phacidium infestans, saastuttaa taimia koteloitiöillään syksyllä aina lumen tuloon saakka. Taimitarhoilla tautia esiintyy kaikenikäisillä taimilla. Sieni etenee lumipeitteen alla ja syksyllä tartunnan saaneet taimet ovat keväällä lumen sulamisen jälkeen ruskeita. Väri muuttuu kuitenkin nopeasti ja jo kesäkuun alkupuolella ovat saastuneet alueet vaalean harmaita. Erona männynkaristeeseen lumikariste esiintyy jyrkkärajisina, läpi kasvuston ulottuvina laikkuina. Männynkariste on enemmän kasvuston ala- ja sisäosissa, ainakin lievänä ja keskinkertaisen voimakkaana esiintyessään, eikä ruskea väritys ole niin yhtenäinen ja selvärajoinen kuin lumikaristeella. Pitkä ja sateinen syksy suosii lumikaristesaa-
stuntaa ja vaikeuttaa ennalta suojaavaa kemiallista torjuntaa, joka on ainoa tehokas keino tuhojen estämisessä. Aikaisemmin lumikariste aiheutti taimitarhoilla suuria tappioita, mutta nykyisin pystytään tuhot estämään kvintotseenivalmisteella (JAMALAINEN 1961), mikäli käsittelyt tehdään huolellisesti. Koska valmisteet antavat vain pintasuojan, joudutaan niitä uusimaan talven

tulosta riippuen. Tauti on vaarallinen Keski-, Itä- ja Pohjois-Suomen taimitarhoilla. Riskin suuruutta ja torjunnan tarvetta voidaan arvioida tarkkailemalla lumikaristeen esiintymistä ympäristömetsien taimissa.

Versosyöpään kiinnitettiin meillä ensimmäisen kerran huomiota merkittävien taimituhojen aiheuttajana 1960-luvun lopulla. Tuoloin lähetettiin Metsäntutkimuslaitokselle taudista näytteitä ja ilmoituksia Pohjois-Suomesta, Pohjanmaalta ja Pohjois-Savosta (KURKELA 1967). Ruotsissa oli sama tauti aiheuttanut 1950-luvun loppupuolella useiden kymmenien miljoonien taimien tuhon maan pohjoisosien taimitarhoilla (BJÖRKMAN 1959). Meillä on versosyöpä aiheuttanut myöhemmin huomattavia tuhoja Kaakkois- ja Itä-Suomessa sekä Kainuussa, viimeksi tämän vuoden keväällä.

Versosyövän aiheuttajana pidetään Gremmeniella abietina (= Scleroderris lagerbergii, kuroma-aste: Brunchorstia pinea) sientä, mutta taudin puhkeamiseen vaikuttavat ilmeisesti muut tekijät, esim. edellisen kesän ja syksyn säät, hyvin paljon. Näistä sekä sienen elintavoista kuulette lähemmin toisessa tämän päivän esityksessä. Sienen itiöiden leviäminen on mahdollista koko kasvukauden ajan, mutta tärkein saastuntavaihe lienee loppukesällä ja syksyllä. Saastuntalähteistä, sienen eri kehitysasteiden esiintymisestä ja itiölevinnästä kasvukauden aikana tulisi meillä taimitarhaolosuhteissa kuitenkin hankkia lisää tietoja.

Nykyisin versosyövän kemialliseen torjuntaan on hyväksytty manebvalmisteet. Nämä, samoin kuin ruotsalaisten huhujen perusteella jonkin verran käytetty benomyyli (Benlate), näyttävät kokemusten ja kokeiden mukaan jokseenkin tehottomilta. Uusia torjunta-aineita on Metsäntutkimuslaitoksella kokeissa, mm. samoja kuin Amerikassa on kokeiltu sikäläisten mäntyjen versosyövän torjunnassa (SKILLING ja WADDEL 1974). Ehkä niiden joukossa löytyy manebia tehokkaampia valmisteita. Männyn versosyövän perusteellinen torjuntaedellytysten selvittäminen on joka tapauksessa eräs taimitarhan sienitautien tutkimuksen kiireisimmistä tehtävistä.

Versosyöpä on hankala myös taimien lajittelun kannalta. Suurimmat tuhot ovat poikkeuksetta olleet myyntiin menevässä, koulitussa

materiaalissa. Oireet saattavat olla hyvin vähäiset heti lumen sulamisen jälkeen ja jos sää jatkuu viileänä taimien nostovaiheessa, kuten esimerkiksi keväällä 1980, tyypillisten "sateenvarjo"-oireiden tulo viivästyy. Usein näkyy sairaisissa taimissa lievä värisävyn muutos vaaleaan vihreään, mutta sekään ei aina ole selvä. Vihreänä säilyvien neulasten normaalia helpompi irtoaminen saattaa olla ainoa oire ja jos tämä "viherkariste" vaivaa vain taimen alaosan neulasia, voi sen toteaminen olla työlästä. Kuta enemmän taimipenkissä versosyöpätaimia on sitä enemmän on myös hankalasti erotettavia esiasteita ja lieviä tapauksia. Jos sairaiden taimien osuus ennakkotarkastelussa todetaan terveiden osuutta suuremmaksi, saattaa taimien noston kannattavuus ko. alueelta olla jo kyseenalaista, etenkin kun myytävien taimien ehdoton terveysvaatimus on aina syytä pitää lajittelun perustana.

Männyn versoruoste, aiheuttaja Melampsora pinitorqua, saattaa runsausvuosinaan aiheuttaa myös taimitarhalla jonkin verran tuhoja, vaikka väli-isäntää, haapa, ei aivan taimitarhan läheisyydessä kasvaisikaan. Taudin kemiallinen torjunta männyn pituuskasvuvaiheessa on mahdollista, mutta sitä ei kannata soveltaa muulloin kuin riskivuosina. Aikoinaan on manebvalmisteet hyväksytyt myös versoruosteen torjuntaan, mutta niiden teho tähän tarkoitukseen ei liene kovin hyvä. Uusia valmisteita on kokeissa.

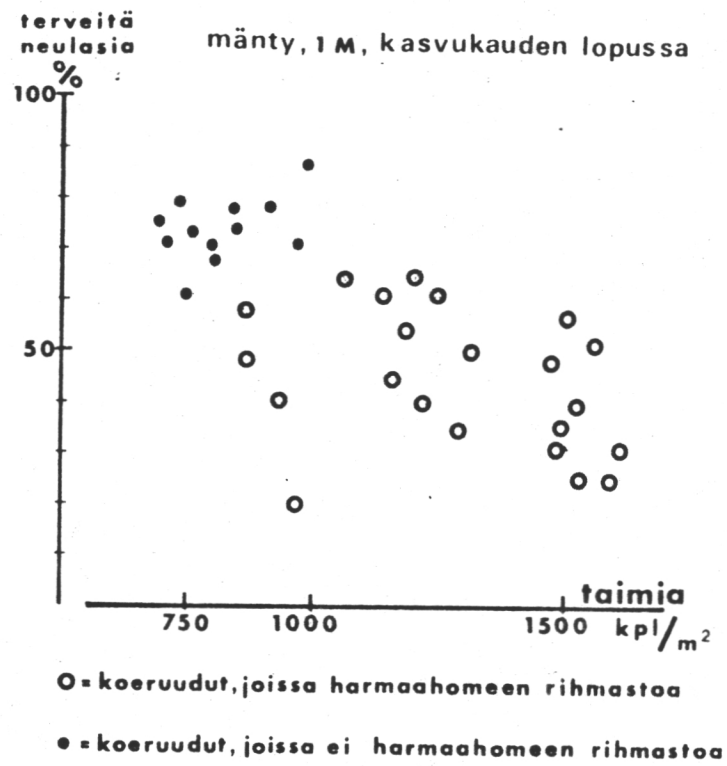
Koivunruoste on ollut haitallisoin koivun taimitarhavaiheen taudeista (LILJA, S. 1975). Sen aiheuttaja Melampsorium betulinum ruostesieni loisiin kesäitiöasteellaan koivun lehdissä, mutta voi puutumattomilla taimilla kasvaa rihmastona myös lehtiruodin kautta jonkin matkaa versoon. Sieni, kuten ruostesienet yleensä, on ehdoton loinen ja pystyy saastuttamaan täysin elinvoimaisia ja hyvin kasvavia taimia. Pienet, kylvökesän taimet ruoste voi tappaa, mutta kouliuilla taimilla sen näkyvin oire on lehtien alapintojen peittyminen keltaiseen itiömassaan ja lehtien ennenaikainen variseminen. Pituuskasvu on taimitarhassa vielä lähes normaali, mutta juuristojen kehitys on jo selvästi häiriintynyt (ks. sivu 17). Seuraustuhot talvivarastoissa ovat ruosteisilla taimilla yhteisiä ja niiden kehitys istutuksen jälkeen on selvästi huonompi kuin terveillä (LILJA, S. 1973, sivu 18).

Kemiallisessa torjunnassa on 1970-luvun puolivälistä saakka käytetty Plantvax-nimistä oksikarboksiinivalmistetta, joka on yleensä ollut tehokas. Vaihtoehtona on myyntiin tulossa triadimefonia sisältävä Bayleton 25.

Kirjallisuus

- BJÖRKMAN, E. 1959. Ny svampsjukdom i skogsträdsplantskolor. Skogen 46 (14):292-293.
- JAMALAINEN, E. 1956. Männyn karisteen torjunta kemiallisilla aineilla Leksvallin taimitarhassa. Silva Fenn. 88(2):1-10.
- " 1961. Havupuiden taimistojen talvituhosienivauriot ja niiden torjunta. Silva Fenn. 108(4):1-15.
- KURKELA, T. 1967. Keväällä havaituista männyn taimitarhataudista Scleroderris lagerbergiista. Metsätal. Aikakausl. 12:391-392.
- " 1979. Lophodermium seditiosum Minter et al. sienen esiintyminen männynkaristeen yhteydessä. Folia For. 393:1-11.
- LILJA, A. 1979. Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Folia For. 408:1-14.
- LILJA, S. 1973. Koivun ruoste ja sen torjuminen. Metsäntutkimuslaitos, Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 9:21-26.
- " 1975. Sienitaudit haittaavat koivun taimikasvatusta. Metsälehti n:o 40.
- SKILLING, D. & WADDELL, C. 1974. Fungicides for control of Scleroderris cancer. Plant Dis. Repr. 58(12):1097-1100.
- TIMONIN, M. 1964. Interaction of seed coat microflora and soil micro-organisms and its effects on pre- and postemergence of some conifer seedlings. Can. J. Microbiol. 10(17):17-22.

HARMAAHOME JA TAIMITIHEYS



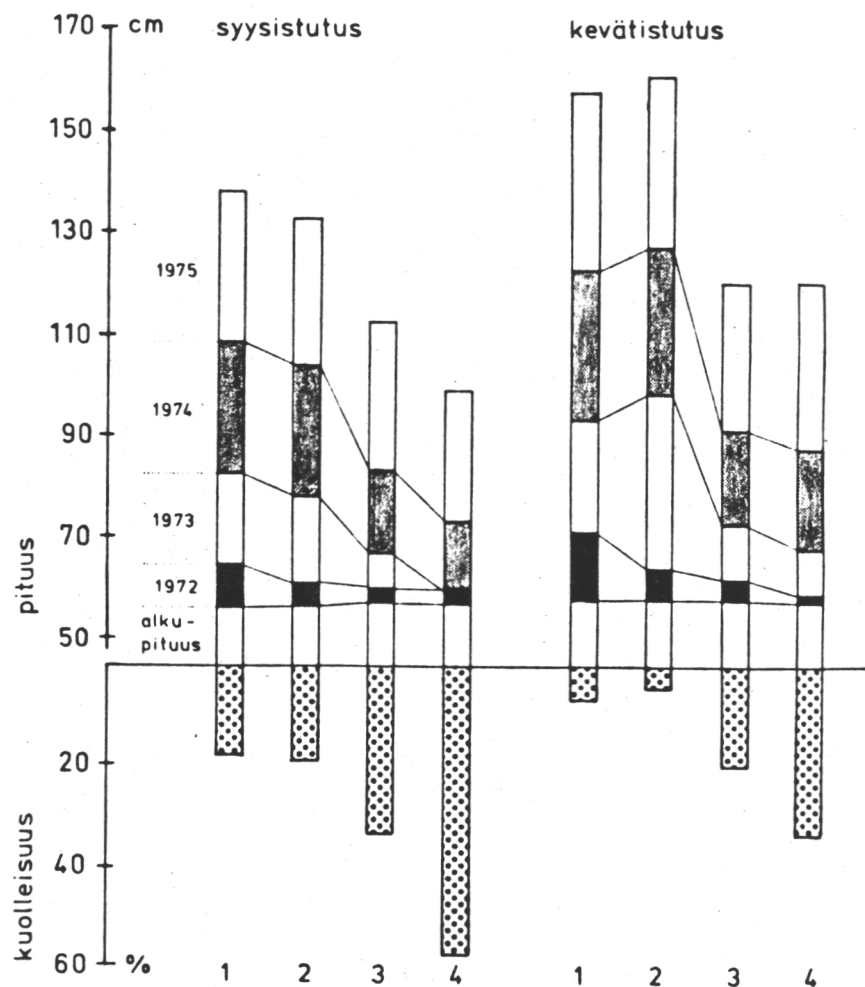
Taulukko 1. Ruosteen vaikutus koulittujen rauduskoivun taimien kehitykseen taimitarhalla.

Koe	Toisto	Ruosteisuus	Verson	Kuivapaino g/taimi ¹⁾	
		% (6.9.)	pituus, cm	verso	juuri
I	1	90	79	8,5	3,2
I	2	89	81	8,9	3,2
I	3 ²⁾	4	86	13,4	7,8
II	1 ²⁾	4	86	13,7	7,9
II	2	87	76	7,2	2,9
II	3	89	74	7,1	2,6

1) Näytteen suuruus kokeessa I 90 kpl kokeessa II 60 kpl/toisto

2) Plantvaxilla käsitelty toisto

Ruosteen vaikutus rauduskoivun taimien istutuksen jälkeiseen kehitykseen.



Ruosteisuusasteet ennen istutusta

1 = terve

4 = täysin saastunut

Olavi Laiho

MYKORITSAKEHITYS TAIMITARHASSA

Mykoritsailmiö eli sienijuuren muodostus on ominaista lähes kaikille kasvilajeille. Erityisen silmiinpistävää se on metsäluonnossamme, jossa tärkeimmillä havu- ja lehtipuilla esiintyy ektomykoritsa. Lyhytjuuret ovat sienivaipan peittämät ja rihmasto on myös kuorisolujen väleissä. Havupuiden ektomykoritsat ovat kookkaita, helposti paljain silminkin näkyviä ja sienirihmaston määrä on niissä varsinaiseen juurisolukkoon verrattuna huomattava. Varvuilla, ruohoilla ja heinillä esiintyy endomykoritsa. Niissä sienirihmasto on vain kuorisolujen sisällä. Sen määrä voi olla suurikin, mutta keskimäärin se on vähäinen, joskus mikroskooppisestikin vaikea todeta. Puilla endomykoritsat voivat olla kookkaita (esim. vaahtera), mutta esim. varvuilla ne ovat hentoja ja vaikeasti havaittavia. Männyllä tavataan myös edellisten välimuotoa, ektendomykoritsaa.

Metsässä puiden juuret joutuvat kosketukseen lukuisien mykoritsasienien kanssa. Sienihuovaston määrä on kangashumuksessa suuri ja saprofyttisten lajien chella siinä on runsaasti, joskus valtaosakin mykoritsasieniä. Infektio johtaa joko hyvien (kookkaita, paksuvaippaisia, muodoltaan säännöllisiä), huonorakenteisten (ohuita, mutkaisia, pinnaltaan epätasaisia, vaippa puuttuu) tai pseudomykoritsojen (ei vaippaa, ei Hartigin verkkoa, epäselvää infektiota kuorisolujen sisällä) muodostumiseen. Mykoritsoja on runsaasti kaikilla metsätyypeillä (MIKOLA ja LAIHO 1962), joskin kuivilla ja karukkokankailla hyvien mykoritsojen määrä on vähäisempi kuin lehtomaisilla mailla. Maata syvyysuunnassa tarkastellen hyvien mykoritsojen määrä on suurin humuskerroksessa, jossa ne ovat myöskin parhaiten muodostuneet. Valkomaakerroksessa niitä on vähemmän, ne ovat huonopirakenteisia ja pseudomykoritsojen osuus on selvästi humuskerrosta suurempi.

Infektoitumattomia juurenkärkiä tapaa metsässä lähinnä vain keväisin, jolloin juurten pituuskasvu on nopeimmillaan. Juurten kärjet kasvavat tuolloin vaipan läpi ja säilyvät jonkin aikaa vaaleina ja infektoitumattomina. Aikaa myöten infektio ne kuitenkin tavoittaa ja vain kaikkein voimakkaimmat pitkäjuuret säilyvät infektoitumattomina.

Luontaisesti syntyvien havupuun taimien alkukehitys on metsässä hidasta eikä aina edisty sirkkataimivaihetta pidemmälle ensimmäisenä kasvukautena. Pääjuureen ehtii muodostua vain muutamia haaroja, mutta ne infektoituvat lähes välittömästi ja useimmiten mykoritsarakennetta muodostuu pääjuureenkin. Mykoritsainfektio on siten metsätaimissa alun alkaen voimakas ja sienilajisto monikirjava käsittäen suuren joukon mm. lakkisieniä (tatit, haperot, rouskut, seitikit jne.).

Mykoritsakehitystä taimitarhoilla tutkittiin meillä ensimmäisen kerran 1950-luvulla (MIKOLA 1957). Tuolloin esiintyi kaikissa 2+0-männyn näyte-erissä gabelmykoritsaa. Määrät vaihtelivat taimitarha taimitarhalta, mutta kaikissa tapauksissa niiden ulkonäkö ja rakenne oli normaali.

1960-luvun alussa seurattiin männyn ja kuusen mykoritsakehitystä Hyytiälän taimitarhoilla (hietamaa, avokylvö). Taimet kehittivät silloisella viljelytekniikalla hitaasti. Ensimmäiset haarat muodostuivat pääjuureen noin kolme viikkoa kylvöstä ja ensimmäiset mykoritsat kolme viikkoa myöhemmin eli heinäkuun jälkipuoliskolla (LAIHO ja MIKOLA 1964). Tällöin taimissa oli jo toisen asteen haaroja ja nimenomaan niissä ensimmäinen infektiio esiintyikin. Syksyyn mennessä infektiio oli tavoittanut 75 % juurenkärjistä ja toisena kasvukautena se lähenteli sataa prosenttia.

Laajemman kuvan saamiseksi pyydettiin vuonna 1962 edustava näyte tärkeimpien taimitarhojemme yksivuotisista männyntaimista (MIKOLA 1965). Osoittautui, että näissäkin keskimäärin 75 % (30 - 100) lyhytjuurista oli muodostunut mykoritsoiksi vahvistaen näin Hyytiälässä saatua tulosta.

Taimista selvitettiin myöskin mykoritsojen sisärakenne. Yllättäen löytyi tällöin harvinaisena pidettyä ektendomykoritsaa. Sitä oli keskimäärin joka toisessa taimitarhassa ja kokonaisinfektiosta lähes puolet. Kyseinen mykoritsa todettiin yhden sienilajit muodostamaksi (MIKOLA 1965) ja se voitiin eristää puhdasviljelmäksi muttei nimetä. Monessa suhteessa se muistuttaa endomykoritsoja muodostavia Endogone-lajeja. Sittemmin kävi ilmi, että sama sienilaji on hyvin yleinen myös Keski-Euroopan ja Pohjois-Amerikan

taimitarhoissa (LAIHO 1965). Metsässä ektendomykoritsaa tavataan vain aivan satunnaisesti.

Sitten 1960-luvun alun on taimikasvatuksessa tapahtunut suuria muutoksia. Kylvö tehdään voimakkaasti lannoitettuun kasvuturpeen muovihuoneessa, jossa lämpötila ja suhteellinen kosteus kohoavat korkeiksi. Nämä seikat ovat suuresti nopeuttaneet taimikehitystä. Niinpä männyn verso saadaan ensimmäisenä kasvukautena helposti 10-senttiseksi ja juuristossa esiintyy runsaasti jo kolmannenkin asteen haaroja.

Näiden taimien mykoritsakehityksestä ei ole systemaattista kuvaa. Lukuisia satunnaishavaintoja on kuitenkin tehty samalla tekniikalla kuin em. tiedustelunkin yhteydessä. Tulokset osoittavat yhdenmukaisesti sen, että mykoritsamuodostus on selvästi hidastunut. Vaikka kylvö suoritetaan aikaisempaa varhemmin, lämmitettyihin muovihuoneisiin jo maaliskuuhun, mykoritsamuodostus jää ensimmäisenä kasvukautena vähäiseksi. Syksyllä se kuitenkin pääsee käyntiin (1 - 10 %) ja ensinnä infektoituvat nuorimpien haarojen kärjet. Tähän infektio sitten jääkin jatkuakseen seuraavana kasvukautena niin, että sen päättyessä noin 30 - 80 % lyhytjuurista on mykoritsoja. Rakenteeltaan ne ovat pitkiä ja vain osittain infektoituneita. Näin ollen koulittu viljelymateriaali on kuitenkin aina jossain määrin mykoritsarakenteista. Toisin on laita paakkutaimien. Esim. kuusiviikkoisina ne ovat täysin mykoritsattomat ja vielä yksivuotiainkin ne voivat olla lähes steriilit.

Sienilajistossa lienee tapahtunut muutosta kantasienien hyväksi, mutta ei endomykoritsakaan kasvuturpeen myötä toki ole hävinnyt. Sitä tavaraan verrattain runsaasti mm. Suonenjoen taimitarhalla. Lisäksi siellä esiintyy samantapaista karkeaa mykoritsarakennetta, mutta selvästikin toisen sienilajin muostamaa. Tämän muodostaja saattaa kuulua leväsienten Oomycetes-lahkoon. Lähempää kuvaa sen mykoritsaluonteesta ei ole samoin kuin ei useimmista muistakaan taimitarhasymbionteista.

Nykyinen taimitarhatekniikka on mykoritsamuodostuksen kannalta aikaisempaa monessa suhteessa huonompi. Kasvuturpe on alun perin varsin steriiliä, joskin siihen ilmasta laskeutuu mykoritsasienten

itiöitä. Muovihuoneiden suuri kosteus ja etenkin korkea lämpötila ovat niinkään sienille haitallisia. Tärkein muutos on tapahtunut lannoituksessa. Ravinteita käytetään runsaasti (RIKALA 1978) ja nimenomaan runsas typpilannoitus hidastaa mykoritsojen kehitystä (MIKOLA 1965).

SLANKISin (1967) kokeissa 159 mg N/l esti mykoritsamuodostuksen kokonaan samaten kuin ANTTILAN ja LÄHTEEN (1977) käyttämä 900 kg N/ha. MARXin ym. (1977b) kokeissa mykoritsoja muodostui sitä vähemmän mitä enemmän typpeä ja fosforia käytettiin. Vastaavasti aleni juurenkärkien sakkaroosipitoisuus selittäen 85 % mykoritsamäärien vaihtelusta. Näin lannoitus lisää juurten kasvua, jolloin sakkaroosipitoisuus niissä laskee ja mykoritsainfektio edellytykset häviävät.

Perinteisesti mykoritsarakenteisia taimia pidetään viljelymateriaalina selvästi mykoritsattomia parempina (BJÖRKMANN 1961). Mykoritsainfektion antama kasvunlisä on parhaimmillaan erittäin suuri. Esim. Puerto Ricossa ei kasva luontaisesti mäntyä ja ensimmäiset viljelytaimet kuolivat viimeistään parin metrin pituisina. Kun taimitarhaan tuotiin humusta floridalaisesta männiköstä, taimet saivat mykoritsainfektion ja sen seurauksena alkoivat kasvaa ennätyksellisellä nopeudella.

Meillä ei ole mahdollista selvittää tällä menetelmällä juurisienten merkitystä, sillä kontrollitaimien pitäminen ilman infektiota ei onnistu. Vertailevia kokeita on kuitenkin tehty nuorilla taimilla kasvihuoneoloissa. Selvin tulos on saatu suomalaisella ektendomykoritsan muodostajalla Amerikassa tehdyssä kokeessa (LAIHO 1965). Ektendotaimet olivat keskimäärin kaksinkertaisia painoltaan kontrollitaimiin verrattuna. Männyn ja kuusen lisäksi kokeessa oli joukko amerikkalaisia havupuita. Maa tähän ruukkukokeeseen otettiin hyväkasvuisesta Douglas-kuusikosta. Analyysien mukaan maassa oli niukasti fosforia ja männyn taimissa näkyikin fosforin puutteen symptomeja.

Vastaavanlaisia kasvatuskokeita on tehty samalla tekniikalla Suomessa, mutta lähimainkaan yhtä selviä eroja ei ole todettu. Parhaimmillaankin mykoritsarakenteiset taimet ovat olleet vain

lievästi mykoritsattomia vertailutaimia kookkaammat (MIKOLA 1965, LAIHO 1967, 1970). Tästä voitaneen päätellä, että metsämaidemme ravinnesuhteet ovat verrattain tasapainoiset.

Viljelykokeissa ektendotaimien menestyminen on ollut kasvupaikasta riippuvaa. Tämä symbiontti näyttää suosivan viljavia kasvupaikkoja (LAIHO 1967). Peltomaassa ja kuloalalla se säilyi taimissa hyvin ja vastaavasti alkukehitys muodostui ripeäksi. Normaalisissa metsämaassa ektendomykoritsa korvautui muilla sienilajeilla (vrt. MIKOLA 1965, 1967) ja taimien alkukehitys jäi hitaaksi. Karulla kasvuturpeella ektendotaimet eivät vertailutaimien lailla kasva-
neet kahtena ensimmäisenä kasvukautena juuri lainkaan.

Mykoritsattomien taimien kehitystä ei meillä infektion takia voida seurata juuri alkua pitemmälle. Eräässä kokeessa pulkkosienirihmaston ymppääminen agarpalaselällä johti jo 11 päivässä runsaaseen mykoritsanmuodostukseen (LAIHO 1970). Metsissä havaitaan steriilinä istutetuissa taimissa mykoritsoja yleisesti jo kuukautta myöhemmin ja sen jälkeen niiden kehitysmahdollisuudet normalisoituvat (vrt. MIKOLA 1975). Ratkaisevaksi muodostuu istutuksen jälkeinen aika, jolloin taimet muutenkin kärsivät istutusshokista. Jos maa on kosteaa ja haihdunta vähäinen, ovat mahdollisuudet saada toimiva mykoritsajuuristo riittävän nopeasti hyvät. Maan kuivuus puolestaan estää juuristokehityksen ja hellesää aiheuttaa vedenvajausta ja se saattaa johtaa hyvinkin pitkään kitumisprosessiin. Mykoritsattomien taimien istuttaminen on tässä suhteessa verrattavissa kylvöön, jossa siinäkin alkukehityksen onnistuminen muodostuu ratkaisevaksi.

Taimitarhoille maailmanlaajuisesti ominainen ektendomykoritsa ei liene läheskään paras symbiontti syrjäytyessään useimmilla istutuspaikoilla taimista tyystin. Tavoitteena tulisi olla mykoritsarakenne, joka olisi elinkelpoinen myös metsässä. Tämän päämäärän saavuttamista estää etenkin sienten eristämisen, kasvattamisen ja ymppäämisen vaikeus. Vain muutaman lajin kohdalla on tyydyttävästi onnistuttu ja niilläkin rajoittaa kokeiden kestoa kontaminaatio. Rajoittavana tekijänä ovat myöskin mykoritsanmuodostuksen omat lainalaisuudet. Hieman liioitellen voidaan sanoa, että runsaan mykoritsanmuodostuksen tavoittelu johtaa aliravittuihin taimiin

(BENSON ja IYER 1978) ja toisaalta parhaiten ravitut taimet ovat mykoritsattomia. Viime vuosina on kuitenkin tapahtunut selvää edistystä taimien ymppästekniikassa ja sen seurauksena on mm. Amerikassa testattu lukuisia mykoritsasieniä (esim. MARX ym. 1977a). Tämä rohkaisee aloittamaan myös meillä uusia mykoritsatutkimuksia tavoitteenaan taimitarhojen mykoritsakehityksen optimoiminen ja istutustaimien alkukehityksen nopeuttaminen.

Kirjallisuus

- ANTTILA, T. & LÄHDE, E. 1977. Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa. *Folia For.* 314:1-19.
- BENSON, D.A. & IYER, J.G. 1978. Ectomycorrhizas and quality of nursery stock. *Tree Planters' Notes* 29(3):3-7.
- BJÖRKMAN, E. 1961. The influence of ectotrophic mycorrhiza on the development of forest tree plants after planting. *Proc. of IUFRO XIII. Congress, Part 2, Vol. 1, Section 24-1.*
- LAIHO, O. 1965. Further studies on the ectendotrophic mycorrhiza of pine. *Acta For. Fenn.* 79(3):1-35.
- " 1967. Field experiments with ectendotrophic Scotch pine seedlings. *Proc. of IUFRO XIV. Congress, Vol. 5:149-157.*
- " 1970. Paxillus involutus as a mycorrhizal symbiont of forest trees. *Acta For. Fenn.* 106:1-72.
- " & MIKOLA, P. 1964. Studies on the effect of some eradicants on mycorrhizal development in forest nurseries. *Seloste: Kasvinsuojeluaineiden vaikutus mykoritsain kehitykseen metsätaimitarhoissa.* *Acta For. Fenn.* 77(2):1-34.
- MARX, D.H., BRYAN, W.C. & CORDELL, C.E. 1977a. Survival and growth of pine seedlings with Pisolithus ectomycorrhizae after two years on reforestation sites in North Carolina and Florida. *Forest Sci.* 23:363-373.
- " , HATCH, A.B. & MENDICINO, J.F. 1977. High soil fertility decreases sucrose content and susceptibility of loblolly pine root to ectomycorrhizal infection by Pisolithus tinctorius. *Can. J. Bot.* 55:1569-1574.

- MIKOLA, P. 1957. Tutkimuksia taimitarhamaasta ja sen vaikutuksesta taimien kehitykseen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 49(2):1-78.
- " 1965. Studies on the ectendotrophic mycorrhiza of pine. *Acta For. Fenn.* 79(2):1-56.
- " 1975. Turvetuotannosta vapautuvan maan metsittäminen. *Silva Fenn.* 9(2):101-115.
- " & LAIHO, O. 1962. Mycorrhizal relations in the raw humus layer of northern spruce forests. *Commun. Inst. For. Fenn.* 55(18): 1-13.
- RIKALA, R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Suonenjoen metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 24.
- SLANKIS, V. 1967. Renewed growth of ectotrophic mycorrhizae as an indication of an unstable symbiotic relationship. *Proc. of IUFRO XIV. Congress, Vol. 5:84-99.*

Raija-Liisa Petäistö

JUURISTOPATOGEENIT TAIMITARHALLA

Taimitarhamaassa esiintyy taimien juurille patogeenisiä organismeja. Nämä ovat tulleet nyt erityisen huomion kohteeksi juurten leikkuun vuoksi. Voidaan olettaa, että juurten leikkuussa syntyvät leikkuukohdat ovat juuristopatogeeneille tie tunkeutua juuristoon. Patogeenien esiintymiseen ja tuhonaiheuttamiseen vaikuttaa taimitarhamaassa kuitenkin moni eri tekijä.

Juuristopatogeenisiä sieniä on useita sukuja. Fusarium-suvussa on lajeja, jotka ovat hyvin yleisiä juuristotaudin aiheuttajia maailmassa (mm. SMITH 1975, BLOOMBERG 1976). Sieni tappaa taimien juuria aiheuttaen taimille kloroosia, kasvun pysähtymistä ja jopa kuolemaa (SMITH 1975). Tämä sieni on tullut esiin myös juurten leikkuukohdista tehdyissä eristyksissä.

Taimitarhamaan laatu vaikuttaa juuristopatogeenien esiintymiseen (esim. EDMONDS & HEATHER 1973). Fusarium-sieni on esiintynyt työssäni enemmän kivennäiskasvualustan kuin turvepohjaisen kasvualustan taimien juurten leikkuukohdissa, mikä viittaa turpeen paremmuuteen kasvualustana juuristopatogeenien vuoksi. Helsingin Yliopiston kasvipatologian laitoksella on tehty kokeita turpeen ominaisuuksista. Käyttämätön turve on vapaa juuristopatogeeneista. Lisäksi turpeelle on ominaista fungistaattisuus, ominaisuus estää sienitauteja leviämästä kasvualustassa. Tämä fungistaattisuus johtuu suurelta osalta turpeessa olevasta antagonistisesta mikrobistosta (TAHVONEN & REINIKAINEN 1976). Työssäni juurista tehdyissä eristyksissä antagonistina tunnettua Trichoderma-sientä esiintyi turvepohjaisella kasvualustalla enempi kuin kivennäismaakasvualustalla.

Taimitarhalla käytettävät kemikaalit voivat vaikuttaa sekä patogeenisiin että antagonistisiin organismeihin. Kemikaalit voivat vaikuttaa patogeenisiin sieniin paitsi suoraan myös epäsuorasti esim. kemikaali ei tehoa antagonistiseen mikro-organismiin yhtä hyvin kuin patogeeniseen ja antagonistinen mikro-organismi yhdessä kemikaalinkanssa voi vaikuttaa voimakkaammin patogeeniseen mikro-organismiin (mm. BLISS 1951). Trichoderma-sienen on esim. havaittu

olevan kestävämpi tiraamia vastaan kuin muiden maasienten (RICHARDSON 1954), mutta olevan hyvin altis benomyylin vaikutukselle (GALAAEN & VENN 1979).

Puutarhapuolella maan höyrytys on yksi tapa, kemikaalin ohella, poistaa maasta patogeeniset sienet. Höyrytyksen etuna verrattuna kemikaaleihin on pidetty sitä, että höyryn tunkeutuvuus ja vaikutus on helpompi mitata kuin kemikaalien, höyrytyksen suorittajalla ei ole vaaraa höyryn käytöstä ja että kemikaalit saattavat olla tehottomia pahimpia patogeeneja vastaan (BAKER 1967).

Maan kemikaali- tai lämpökäsittelyn jälkeen sen mikrobisto palautuu. Mikrobiston palautuminen esim. lämpökäsittelyn jälkeen tapahtuu kuumuutta kestävien itiöiden, ilmasta tulevan infektion, lisämaan ja viljelymateriaalin mukana (BOLLEN 1974). Kirjallisuudessa on useita mainintoja siitä, että patogeeniset sienet leviävät höyrytetyssä maassa nopeammin kuin höyryttämättömässä (NEWHALL 1955). BOLLEN (1974) mainitsee kokeensa tuloksen, jossa antagonismi on palautunut miltei täydellisesti viikossa. Trichoderma-sieni on päässyt valtasieneksi käsiteltäessä maata muuttamalla kemikaaleilla (WARCUP 1957), mutta höyrytetyssä maassa sien esiintyminen on vaihtelevaa (WARCUP 1957). EVANS (1955) arvelee, että tämä voi johtua höyrytetyn maan tiiviyydestä. Maan ollessa ilmavaa Trichoderma voisi päästä valtaan.

Siihen kykeneekö juuristopatogeeni aiheuttamaan tuhoa, vaikuttaa myös kasvin vastustusmekanismi. Mm. juuriin tullut haavauma saattaa umpeutua haavasolukon avulla, jolloin voidaan olettaa patogeenisen sien tunkeutumisen juuristoon tätä kautta vaikeutuvan. Haavasolukon muodostumiseen vaikuttavat taas useat tekijät (mm. MULLICK & JENSEN 1976).

Juuristopatogeeneja taimitarhalla tarkasteltaessa olisi tärkeä saada kokonaiskuva niistä monista tekijöistä, jotka vaikuttavat maassa. Tällöin päästäisiin lähimmäksi ratkaisua välttää juuristopatogeenien aiheuttamaa tuhoa. Toivon, että työni "juurten leikkuun jälkeinen sienitautiriski" tulee valottamaan joitakin tekijöitä.

Kirjallisuus

- BAKER, K.F. 1967. Control of soil-borne plant pathogens with aerated steam. Proc. Greenhouse Growers Inst., Pullman, Wash., 1967:3-18.
- BLISS, D.E. 1951. The destruction of Armillaria mellea in citrus soils. Phytopathology 41:665-683.
- BLOOMBERG, W.J. 1976. Distribution and pathogenicity of Fusarium oxysporum in a forest nursery soil. Phytopathology 66:1090-1092.
- BOLLEN, G.J. 1974. Fungal recolonization of heat-treated glasshouse soils. Agro-Ecosystems 1:139-155.
- EDMONDS, R.L. & HEATHER, W.A. 1973. Root diseases in pine nurseries in the Australian capital territory. Plant. Dis. Reprtr. 57:1058-1062.
- EVANS, E. 1955. Survival and recolonization by fungi in soil treated with formalin or carbon disulphide. Trans. Brit. mycol. Soc. 38:335-346.
- GALAAEN, R. & VENN, K. 1979. Pythium sylvaticum Campbell & Hendrix and other fungi associated with root dieback of 2 - 0 seedlings of Picea abies (L.) Karst. in Norway. Meddr Norsk inst. skogforsk. 34(12):265-280.
- MULLICK, D.B. & JENSEN, G.D. 1976. Rates of nonsuberized impervious tissue development after wounding at different times of the year in three conifer species. Can. J. Bot. 54:881-892.
- NEWHALL, A.G. 1955. Disinfestation of soil by heat, flooding and fumigation. Bot. Rev. 21:189-250.
- RICHARDSON, L.T. 1954. The persistence of thiram in soil and its relationship to the microbiological balance and damping-off control. Can. J. Bot. 32:335-346.
- SMITH, R.S. 1975. Fusarium root disease. p.9-10. In Forest nursery diseases of the United States. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. 740.
- TAHVONEN, R. & REINIKAINEN, O. 1976. Turvealustan sienitautien leviämistä estävä vaikutus. Puutarha 8:348-349.
- WARCUP, J.H. 1957. Chemical and biological aspects of soil sterilization. Soils Fert. 20:1-5.

Kari Korhonen

SIENTEN LISÄÄNTYMISTAVOISTA JA PERINNÖLLISESTÄ VAIHTELUSTA

Elävät oliot on totuttu jakamaan kahdeksi pääryhmäksi: eläin- ja kasvikunnaksi. Sienet on luettu kasvikuntaan kuuluviksi. Tämä jako, niin käytännöllinen kuin se onkin, ei kuitenkaan vastaa luonnollisia sukulaisuussuhteita. Jos eliökunta halutaan jakaa luonnollisiin ryhmiin sukulaisuussuhteiden mukaan, se olisi nykyisen käsityksen mukaan jaettava kylläkin edelleen kahdeksi pääryhmäksi, mutta toiseen niistä sisältyvät pelkästään bakteerit ja sivilävät. Toiseen pääryhmään kuuluu kolme alaryhmää: eläimet, kasvit ja sienet. Sienet siis muodostavat eliöryhmän, jota voidaan pitää samanarvoisena eläinten ja kasvien kanssa.

Eräs oleellinen ero sienten ja muiden eliöiden välillä on tumien käyttäytymisessä. Solun tuma sisältää eliön perintötekijät, ja tumien käyttäytyminen vaikuttaa siten myös perinnöllisen aineksen käyttäytymiseen.

Kasveilla ja eläimillä sukusolujen yhtyessä myös solujen tumat yhtyvät ns. diploidiksi tumaksi. Siitä alkunsa saavan uuden yksilön solujen tumat ovat myös diploideja; ne sisältävät isältä perityn puolikkaan sekoittuneena äidiltä perittyyn puolikkaaseen. Tämä sekoittunut perinnöllinen aines puolittuu taas uuden yksilön sukusoluissa sen saavutettua sukukypsyyden. Puolittumisessa äidiltä ja isältä peräisin olevat perintötekijät jakautuvat pieninä ryhminä satunnaisesti eri sukusoluihin. Näin eri ominaisuuksia aikaansaavat tekijät eroavat toisistaan ja muodostavat uusia yhdistelmiä. Puolittunutta eli haploidia perimää esiintyy diploideilla eliöillä vain sukusoluissa.

Sienikunnassa yleinen järjestelmä on toisenlainen. Puolittuneen perimän sisältävien solujen yhtyessä tumat eivät sulaudukaan toisiinsa kuten muilla eliöillä vaan jäävät elämään erillisinä samojen solunseinien sisälle. Solun jakautuessa kumpikin tuma jakautuu samanaikaisesti tytärsoluihin. Näin syntyy yksilö, jonka solut sisältävät kummaltakin vanhemmalta saadut tumat erillisinä. Tällaisista soluista koostuvaa eliötä sanotaan heterokaryoottiseksi.

Heterokaryoottinen yksilö vastaa diploidia yksilöä siinä suhteessa, että molemmilta vanhemmilta saadut tumat ohjaavat yhdessä elintoi-
mintoja. Tästä syystä vanhempien ominaisuudet yhdistyvät myös heterokaryoottisessa yksilössä - kuitenkin vain ulkonaisesti, sillä erillisissä tumissa sijaitsevat perintötekijät eivät ole sekoittuneet.

Heterokaryoottinen järjestelmä tarjoaa muuntelun kannalta eräitä etuja diploidiseen järjestelmään verrattuna ja heterokaryoottisten sienien perintötekijät voivat tuottaa uusia yhdistelmiä tavoilla, jotka diploideille eliöille eivät ole mahdollisia. Tällaisia menetelmiä ovat suvuttomien itiöiden muodostus, paraseksuaalinen sykli ja Bullerin ilmiö.

Suvuttomat itiöt. Monet sienet tuottavat suuria määriä suvuttomia itiöitä. Nämä syntyvät yksinkertaisesti kuroutumalla irti kasvullisesta rihmastosta. Diploideilla eliöillä suvuton lisääntyminen, esim. puiden pistokasmonistus, tuottaa täysin alkuperäisen kaltaisia jälkeläisiä. Heterokaryoottisilla sienillä kuroutumalla syntyneet itiöt voivat olla geneettisesti erilaisia. Molempien erilaisten tumien joutuessa samaan itiöön tästä kehittyy alkuperäisen kaltainen heterokaryoottinen rihmasto. Yhtä hyvin tumat kuitenkin voivat erota toisistaan ja joutua eri itiöihin, jolloin ikäänkuin palataan kehityksessä taaksepäin: vanhemmilta saatuun puolittuneeseen perintöainekseen, joka täysin vastaa sukusolua ja on valmis muodostamaan uusia yhdistelmiä toisten rihmastojen kanssa. Heterokaryoottinen rihmasto voi siis jo pelkästään osiin jakautumalla tuottaa kolmea erilaista perimää.

Paraseksuaalinen sykli. Silloin tällöin saattavat tavallisen heterokaryoottisen solun tumat yhtyä keskenään diploidiksi tumaksi. Tällainen tuma ei kuitenkaan ole pysyvä vaan puolittuu ennen pitkää tavalla tai toisella. Puolittumisessa tapahtuu säännöllisesti perintötekijöiden uudelleen ryhmittäminen. Näin syntyy alunperin kahta erilaista tumaa sisältävään rihmastoon uudentyyppisiä tumia. Nämä saattavat joutua suvuttomiin itiöihin ja sitä tietä maailmalle tai mahdollisesti osoittautua sieniyksilön kannalta edullisemmiksi kuin alkuperäiset tumat ja vähitellen syrjäyttää nämä rihmastossa. Saattaa jopa syntyä mosaiikki, jossa saman rihmaston eri osat muodostuvat geneettisesti erilaisiksi.

Tästä ilmiöstä, joka tuottaa uusia perimäyhdistelmiä tavallisessa kasvullisessa rihmastossa, käytetään nimitystä paraseksuaalinen sykli (somaattinen rekombinaatio). Se esiintyy alhaisella frekvenssillä, mutta ilmeisen säännönmukaisesti useimmissa tutkituissa sienissä. On myös olemassa suuri joukko sienisiä, ns. vaillinaissienet, joilla suvullista lisääntymistä ei tunneta ollenkaan. Näillä sienillä paraseksuaalinen sykli toimii suvullisen lisääntymisen korvikkeena; se tarjoaa vastaavanlaisen mahdollisuuden tuottaa uusia perintötekijäin yhdistelmiä.

Bullerin ilmiö. Mikä tahansa heterokaryoottisen kasvullisen rihmaston solu voi toimia hedelmöittäjänä ja luovuttaa toisen tumansa rihmastolle, joka tarvitsee sitä tullakseen itse heterokaryoottiseksi. Uuteen rihmastoonsiirtynyt tuma jakautuu toistuvasti ja tytärtumat vaeltavat kaikkialle asettuen samoihin soluihin alkuperäisten tumien kanssa. Tällaisissa tapauksissa perimän vaihto rihmastojen välillä on sienten keskuudessa säännönmukainen ilmiö. Sen sijaan kahden heterokaryoottisen rihmaston joutuessa kosketukseen toistensa kanssa tumien vaihtoa ei yleensä tapahtune vaan rihmastot säilyttävät alkuperäiset ominaisuutensa.

Edellä esiteltyt ilmiöt liittyvät sienten suvuttomaan lisääntymiseen. Sen vastakohta, suvullinen lisääntyminen, sisältää olennaisimpana osanaan perintötekijöiden yhtymisen ja uudelleen puolittumisen. Samalla tapahtuu tehokas tekijöiden uudelleen järjestäytyminen. Heterokaryoottisissa sienissä tumien yhtyminen tapahtuu vasta itiöemässä, välittömästi ennen sukusoluja vastaavien itiöiden syntymistä. Diploidivaihe on siis hyvin lyhyt mutta riittävä perintötekijöiden sekoittumiseksi.

Sienten sukupuolinen käyttäytyminen poikkeaa melkoisesti muista eliöistä. Alemmilla sienillä on koiras- ja naarassukupuoli vielä tunnistettavissa niiden käyttäytymisen perusteella. Sen sijaan korkeimmalle kehittyneillä sienillä ei ole mitään ulkoisia sukupuolituntomerkkejä, ja eri sukupuolten käyttäytyminenkin on täysin samanlaista. Voidaan siis puhua sukupuolten täydellisestä tasa-arvosta. Itse asiassa ei voida enää puhua koiras- ja naarassukupuolestakaan.

Näiden sienten pariutumiskäyttäytymistä säätelee nimittäin mekanismi, jonka tuloksena sieniyhteisössä on suuri määrä erilaisia sukupuolia. Useimmat niistä ovat pariutumiskykyisiä keskenään. Yhdessä itiöemässä voi kuitenkin lajista riippuen syntyä vain kahta tai neljää eri sukupuolta edustavia itiöitä ja näiden keskinäisistä yhdistelmistä vähintään puolet on steriilejä, ts. ne eivät pysty yhtymään keskenään heterokaryoottiseksi yksilöksi. Sen sijaan yleensä kaikki eri sieniyksilöistä peräisin olevat itiöt pystyvät pariutumaan keskenään. Tämä järjestelmä suosii siis ristisiitosta itsesiitoksen kustannuksella.

Edellä esitetystä ilmenee, että sienet ovat geneettisesti suhteellisen mukautumiskykyisiä ja pysymättömiä eliöitä. Tämän on joutunut toteamaan jokainen joka on jonkin aikaa työskennellyt

sienten puhdasviljelmien kanssa. Näiden ominaisuudet pyrkivät muuttumaan, mikä aiheuttaa tiettyjä hankaluuksia. Koskaan ei voi olla varma käyttäytykö puhdasviljelmä täysin samalla tavalla kuin edellisellä kerralla.

Käytännössä sienten mukautumiskyky merkitsee myös vaikeuksia sienitautien torjunnassa. Yllättävästi käyttäytyviä ja käsittelyn suhteen kestäviä sienikantoja saattaa yhtäkkiä ilmaantua. Myös puun resistenssijalostus voi tuottaa odottomattomia vaikeuksia, varsinkin kun muistetaan suuri ero puun ja siinä tautia aiheuttavan sienien sukupolven vaatiman ajan välillä. Toisaalta tietynlaisen tasapainotilan täytyy vallita loisen ja sen isäntäkasvin välillä, sillä liian aggressiivinen loinen tekee itsemurhan isäntäkasvin mukana. Tähän tasapainotilaan ihminen voi usein vaikuttaa - ellei tahallisesti niin tahattomasti, esimerkiksi poistamalla loisen leviämistä rajoittavan luontaisen esteen asiaa tiedostamatta. Jotta tasapainotilaa voitaisiin kammata isäntäkasville edulliseen suuntaan, on tärkeää tuntea molempien osapuolten elämäntavat ja vuorovaikutussuhteet mahdollisimman hyvin.

Kirjallisuutta

- BURNETT, J.H. 1975. Mycogenetics. An introduction to the general genetics of fungi. - London. 375 s.
- " 1976. Fundamentals of mycology. 2nd ed. - London. 673 s.
- ESSER, K. & KUENEN, R. 1967. Genetics of fungi. - Berlin, Heidelberg, New York. 500 s.
- RAPER, J.R. 1966. Genetics of sexuality in higher fungi. - New York. 273 s.

Timo Kurkela

MÄNNYNVERSOSYÖPÄ JA METSÄNVILJELY

Männynversosyövän aiheuttajaa Gremmeniella abietina (Lagerb.) Morelet-sientä esiintyyneen kaikkialla pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä. Sienestä on erotettu 3 rotua: pohjoisamerikkalainen, eurooppalainen ja itäaasialainen (DORWORTH ja KRYWIENCZYK 1975). Suomen G. abietina kuuluu eurooppalaiseen rotuun, jota nykyään tavataan myös Pohjois-Amerikassa (DORWORTH ym. 1977). Eurooppalainen rotu lienee aggressiivisin. Sienen kuroma-aste tunnetaan nimellä Brunchorstia pinea (Karst.) v. Höhn. KARSTEN (1884) löysi sen Suomesta ja kuvasi v. 1884. Sienen koteloaste kuvattiin myöhemmin Ruotsissa (LAGERBERG 1913).

Ensimmäiset tiedot sienien aiheuttamista tuhoista Suomessa ovat peräisin 1940-luvulta Metsäntutkimuslaitoksen ulkolaisten puiden koeviljelmistä (KUJALA 1950). Myöhemmin taudin aiheuttamia vahinkoja on todettu sekä taimitarhoissa, lähes vuosittain (esim. KURKELA 1967) että metsässä männynviljelyaloilla. Toistaiseksi suurimmat tuhot versosyöpä on aiheuttanut Pohjois-Suomen avohakkuualojen männyntaimistoissa 1960-luvulla (NOROKORPI 1971, 1972). Viime vuosina versosyöpä on lisääntynyt myös Etelä-Suomen taimistoissa. Riukuasteen männiköissä esiintyneistä tuhoista ja niiden vaikutuksesta männiköiden kehitykseen on valmistumassa selvitys Metsäntutkimuslaitoksessa (ks. AALTO 1980). Etelä-Suomen versosyöpätuhoille on ollut ominaista taudin esiintyminen ankarana sen kohteeksi joutuneissa metsissä ja toisaalta paikallinen rajoittuneisuus.

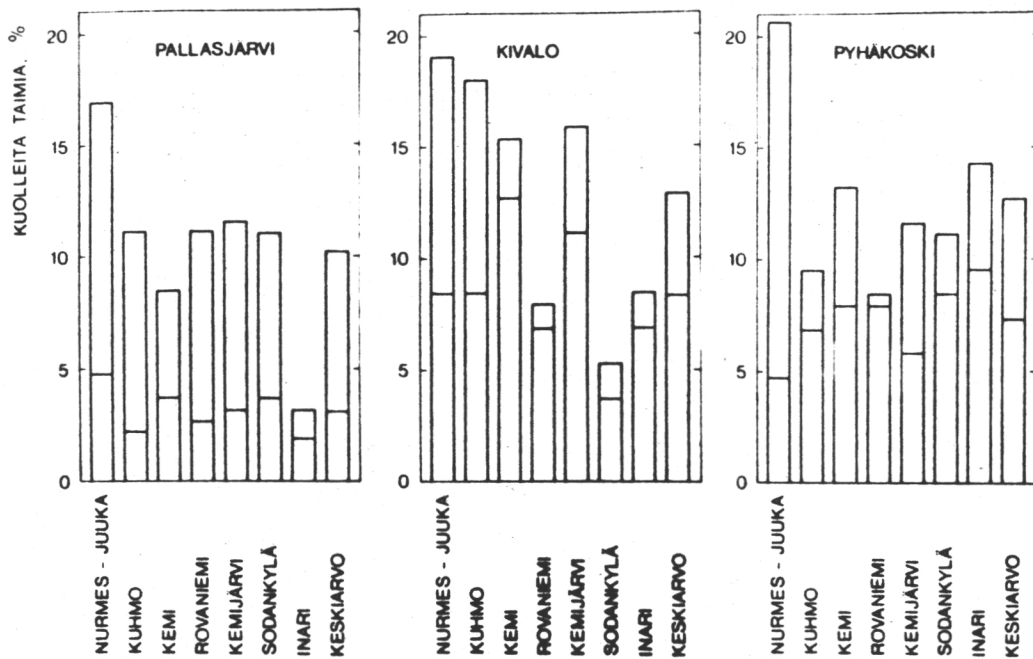
Kertyneen tiedon perusteella voidaan esittää muutamia näkökohtia, jotka huomioon ottamalla versosyöpätuhojen vähentäminen on mahdollista uusilla männynviljelyksillä.

Viljelymateriaalin alkuperä

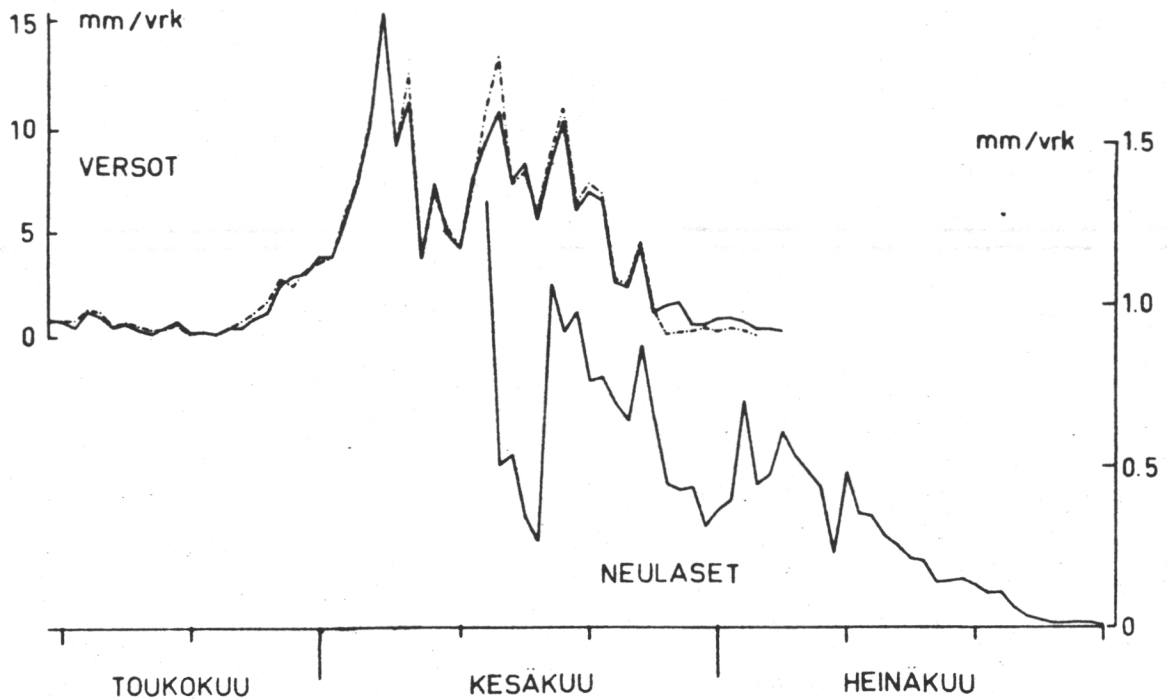
Versosyöpätuhot syntyvät tavallisesti monen tekijän yhteisvaikutuksena. Viljelymateriaalin alkuperällä on usein ratkaiseva osuus. Pohjois-Suomessa tuhoutuivat 1950-luvun paljaaksihakkuualoille

eteläisellä männyllä perustetut taimistot. Tuohon aikaan pohjoisessa hyväksyttiin jopa keskisuomalainen mänty 1930-luvun poikkeuksellisen suotuisten kasvukausien antamien hyvien kokemusten perusteella. Sopimattoman alkuperän osuutta näissä tuhoissa ei ole kuitenkaan voitu tarkasti määritellä. Tuhoutuneet viljelytaimistot olivat yleensä tiivispohjaisilla, hienojakoisilla mailla (LÄHDE 1974), missä toisaalta ei ollut paikallista alkuperää edustavaa luontaista taimistoa. Kuivemmillä ja karkeampijakoisilla mailla luontainen taimisto ei kärsinyt versosyövästä. Ruotsissa saadut koetulokset (EICHE 1966, EICHE ja ANDERSSON 1974) vahvistavat kuitenkin epäilyksemme sopimattomista alkuperistä oikeaksi. Kuolleisuus oli runsainta alkuperillä, joiden kasvukausi oli eniten lyhentynyt siirron vaikutuksesta. DIETRICHSON (1968) selitti eri mäntyalkuperien versosyövän- ja pakkasenkestävyyden riippuvan lähinnä kasvurytmissä esiintyvistä eroista, mikä näkyi syksyllä neulasten kuiva-ainepitoisuuden ja kestävyyden voimakkaana korrelaationa. Vastaavan tuloksen kuiva-ainepitoisuuden ja kestävyyden suhteesta on saanut myös TEICH (1968). RUMMUKAISEN (julkaisematon aineisto) neulasten pitolujuustutkimukset osoittavat samoin, että Suomen olosuhteissa etelästä pohjoiseen siirrettyjen mäntyalkuperien "talveentuminen" on paikallista mäntyä hitaampaa ja voi jäädä kesken ennen talven tuloa. Etelä-Suomessa versosyöpä on tuhonnut Suomea eteläisempää alkuperää olleita männiköitä 15 - 30 vuoden iässä, vaikka ne tähän saakka ovat kasvaneet erinomaisesti. Olosuhteista riippuen versosyöpä voi iskeä taimistoon myös pian istutuksen jälkeen. Eräässä 1968 perustetussa kokeessa Pohjois-Suomessa todettiin jo kahden kasvukauden jälkeen selviä eroja tainten kuolleisuudessa alkuperien välillä (kuva 1).

Eroja versosyövänkestävyydessä voi esiintyä myös yksilötasolla. Tätä on parhaiten tutkittu mustamännyllä, P. nigra Arnold (STEPHAN 1970, STEPHAN ja SCHOLZ 1979). Yksilötasolla esiintyvä vaihtelu voidaan nähdä keväisin varttuneissa männiköissäkin, missä pääosin terveitten puitten joukossa saattaa olla muutamia pahoin vioittuneita. Esimerkkinä yksilötasolla ilmenevästä versosyöväntautilta voitaneen pitää myös Hyytiälän muistomännikön nykyistä tilaa. Männikkö perustettiin Hyytiälän 60-vuotisen toiminnan muistoksi v. 1960 istuttaen yhden plusmännyn, E 267 vapaapölytysjälkeäistä. Ilmeisesti emopuun vaikutus kestävyyteen on ollut



Kuva 1. Männyntainten kuolleisuus alkuperittäin kolmella Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueella 1968 perustetussa kokeessa. Pylvään alaosa osoittaa kuolleisuuden ensimmäisen kasvukauden aikana (= istutusshokin välitön vaikutus). Pylvään yläosa = kuolleisuus toisen kasvukauden aikana (\approx versosyövän tappamat istutuksessa heikentyneet taimet).



Kuva 2. Männyksen versojen ja neulasten vuorokautinen pituuskasvu. Ikaalinen, Jauli 1968.

ratkaiseva. Kesällä 1979 metsikössä voitiin luokitella täysin terveiksi vain muutamia puita. Männikkö on nykyisellään pahoin aukkoinen, mutta vielä kasvatuskelpoinen edellyttäen, että puita ei kuole lisää ja nyt saastuneet puut toipuvat ja jatkavat normaalista kasvuaan (ks. AALTO 1980).

Valitettavan usein Etelä-Suomen tuhomänniköiden alkuperää ei ole saatu tyydyttävästi selvitetyksi. Osaksi väitetään käytetyn paikallista ja osaksi yleiskeräyssiemettä. Voidaan vain epäillä, että osa tuhoista on kohdistunut 1950- ja 1960-luvuilla Saksassa ja Ruotsissa kasvatettuihin Suomeen tuotuihin taimieriin. Tuoloin siirto etelästä pohjoiseen koettiin positiivisena, kasvua lisäävänä tapahtumana.

Viljelymateriaalin kunto

Maa- ja metsätalousministeriön päätöksessä (1979) n:o 685 § 13 sanotaan metsänviljelyaineiston laatuvaatimuksista selkeästi: "Kaupan kohteena olevien taimien on oltava terveitä ja elinvoimaisia...". Näennäisestä selkeydestään huolimatta tämän pykälän noudattaminen on osoittautunut käytännössä vaikeaksi erityisesti männynversosyövän takia. Tähän on monia syitä, esim. 1) taimitarhateknologiaa on kehitetty kiinnittämättä riittävästi huomiota tainten biologisiin vaatimuksiin, 2) tainten alhainen myyntihinta ei salli ylimääräisiä kustannustekijöitä kuten tautien vaatimaa tehostettua lajittelua, 3) käsittelijä ei tunne tauteja riittävän hyvin, 4) versosyöpäsaastunnan varhainen havaitseminen on vaikeaa - taimitarhalla lähes oireeton taimi saattaa metsään siirrettynä osoittautua käyttökelvottomaksi.

Versosyövänkestävyyden kehittyminen on biologinen prosessi, joka taimitarhassa tapahtuu samojen lakien mukaan kuin metsissä eri alkuperillä. Toisin sanoen taimitarhassa olisi pyrittävä noudattamaan paikallisen, kestävän mäntyrodun kehitystä. Jos versojen kasvu päättyy kesäkuun ja neulasten kasvu heinäkuun loppuun mennessä, jää taudinkestävyyden kehitykselle vielä riittävästi aikaa. Esimerkki versojen ja neulasten normaalista kasvujaksosta nähdään kuvassa 2.

Versosyöpäsaastunta tapahtuu neulasten ja silmujen kautta tai suoraan versoon (ref. DORWORTH 1971). Lievä vioitus, pakkasen, hyönteisten tms. aiheuttama, lisää saastuntaa (ROLL-HANSEN 1963, SKILLING 1972). Sieni leviää keväällä kuromaitiöiden ja syyskesällä koteloitiöiden avulla. Ratkaisevaa tainten saastunnalle on niiden kunto heinäkuun lopulta talven tuloon saakka. Neulasten kantaosan vaalea väri voi olla viitteenä heikosta kunnosta. Ensimmäiset oireet versosyöpäsaastunnasta nähdään tavallisesti saastuntaa seuraavana keväänä. Lumen sulamisen jälkeen sairaisissa taimissa on aluksi usein vain hieman harmahtava värisävy terveisiin taimiin verrattuna. Sairaitten tainten neulaset ovat löyhällä ja irtoavat käteen kevyellä vedolla. Pian harmaantumisen jälkeen neulaset alkavat ruskettua kantaosastaan, elleivät ole varisseet jo vihreinä. Neulasten ruskettumisen myötä kuolevat myös päätesilmut ja verson kuorisolukko, joihin voi kehittyä samanaikaisesti sienien mustia kuromapulloja.

Taimitarhalla sairaat taimet olisi pystyttävä erottamaan usein jo ennen ruskettumisoireiden ilmenemistä ja neulasten varisemista. Pahoin saastuneet penkit voidaan jättää nostamatta, jos lajittelukustannukset uhkaavat nousta korkeiksi. Saastunnan ankaruuden määrittämisessä voi taimipenkien kevyt harjaus olla avuksi. Tällöin löyhässä olevat neulaset varisevat ja sairaat taimet paljastuvat. Voimakkaalla puhalluksella saataneen sama tulos.

Sairaisissa taimissa, joissa neulaset ovat löyhällä, yhteyttäminen on heikkoa tai sitä ei tapahdu lainkaan keväällä, kun samaan aikaan terveiden tainten parenkyymsolukko on jo täynnä tärkkelysjyväsiä. Toistaiseksi ei tiedetä onko yhteyttäminen estyminen abiottisten tekijäin aiheuttama fysiologinen häiriö vai aiheuttaako sen G. abietina-sieni toksiineillaan. Ilmeistä kuitenkin on, että selvittämällä männyn tainten optimaaliset kasvuvaatimukset ja niitä taimitarhassa soveltamalla voidaan tainten kuntoa nykyisestään huomattavasti parantaa ja vähentää versosyöpäsaastuntaa.

Viljelymenetelmä

Pohjois-Suomen versosyöpätuhoista selvisivät parhaiten luonnontaimet. Tämä selittyy suureksi osaksi sillä, että nämä taimet olivat paikallista mäntyä ja kasvoivat yleensä paremmilla paikoilla kuin istutetut taimet. Osasyynä parempaan menestymiseen arvellaan olevan myös sillä, että luonnontainten juuristo kehittyy paremmin kuin istutustainten. Istutustainten juuriston kehitysvirheiden välttämiseksi pyrittiin aluksi istuttamaan taimet mahdollisimman pieninä, jo sirkkataimina ns. paperpot-menetelmällä. Pohjoisen kylmissä olosuhteissa paperi kuitenkin hajoaa hitaasti ja männyn juuret eivät pysty sitä läpäisemään ajoissa ja lisäksi routa nostaa helposti taimet potteineen maasta (vrt. LÄHDE ja KINNUNEN 1974). Etelä-Suomessa haitat ovat olleet lievempiä. Paras juuriston kehitys saadaan aikaan uudistamalla mänty kylvään. Vaikeissa olosuhteissa, esim. Pohjois-Suomessa voidaan käyttää ns. suojakylvöä (LÄHDE 1979).

Kasvupaikan laatu

Mänty menestyy heikoimmin tiivispohjaisilla mailla. Tällaisilla kasvupaikoilla se on kylmien kasvukausien jälkeen heikkokuntoinen ja altis versosyöpäsaastunnalle. Pohjois-Suomen versosyöpätuhoalueiden kaltaisilla tiivispohjaisilla kasvupaikoilla maan muokaus, auraus tms. saattaa parantaa männyn kasvumahdollisuuksia lisäämällä maan ilmavuutta, mikrobitoimintaa (LÄHDE 1974, MUTKA ja LÄHDE 1977) sekä alustan lämpötilaa (LEIKOLA 1974).

Maan lisäksi myös ympäristön topografialla voi olla suuri vaikutus taimiston kehitykselle. Kanadassa versosyövän on todettu raivoavan pahiten maaston syvänteissä, hallahaudoissa ja purouomissa (DORWORTH 1973, 1978), jotka voivat toimia sekä kylmän ilman kokoojina että ympäristöään kosteampina *G. abietina*-sienen leviämiskeskuksina. Samoin Etelä-Suomen versosyövän vaivaamat männiköt ovat usein halla- tai sumusyvänteissä. Pahimmilla tuhopaikoilla on vielä ollut jokin erityisesti kosteutta lisäävä tekijä, läpi virtaava oja tai puro tai läheinen vuolas joki.

Versosyöpäsaastuntaa on tavattu myös varjoisilla pohjoisrinteillä. READ (1966, 1968) totesi varjostuksen lisäävän versosyöpää mustamännyllä.

Päätelmiä

Männyn alkuperiin olisi metsänviljelyssä kiinnitettävä entistä enemmän huomiota myös Etelä-Suomessa.

Tainten kuntoa tulisi kohottaa kasvatusmenetelmiä kehittämällä. Taimitarhalta lähtevien tainten lajittelua tulisi tehostaa, jotta välttyttäisiin turhilta kuljetuksilta ja tuhoon tuomittujen tainten istuttamiselta.

Uudistettavan alueen topografia tulee ottaa huomioon jo viljelyä suunniteltaessa. Halla- ja sumusyvännteissä saattaa luontainen uudistaminen verhopuuston avulla onnistua paremmin kuin istutus. Pienikin ilman virtauseste, esim. uuden tien pengeri, voi aiheuttaa ikävän yllätyksen. Joissakin tapauksissa voitaisiin harkita lehtipuiden tai lehtikuusen kasvatusta.

Kirjallisuus

- AALTO, T. 1980. Versosyövän (Gremmeniella abietina) saastuttamien nuorten männiköiden kehitys ja hoito. Konekirjoite, metsänhoitotieteen laudaturtyö. Metsänhoitotieteen laitos, Helsingin yliopisto, 78 pp.
- DIETRICHSON, J. 1968. Provenance and resistance to Scleroderris lagerbergii Gremmen (Grumenula abietina Lagerb.). Medd. norske Skogforsøksv. 25:395-410.
- DORWORTH, C.E. 1971. Diseases of conifers incited by Scleroderris lagerbergii Gremmen: a review and analysis. Can. For. Serv., Dept. Fish. For., Publ. no. 1289:1-42.
- " 1973. Epiphytology of Scleroderris lagerbergii in a kettle frost pocket. Eur. J. For. Path. 3:323-342.
- " 1978. Presence of a late pleistocene drainage system manifested depredation of red pine by Gremmeniella abietina. Ecology 59:645-648.
- " & KRYWIENCZYK, J. 1975. Comparisons among isolates of Gremmeniella abietina by means of growth rate, conidia measurement, and immunogenic reaction. Can. J. Bot. 53:2506-2525.
- " , KRYWIENCZYK, J. & SKILLING, D.D. 1977. New York isolates of Gremmeniella abietina (Scleroderris lagerbergii) identical in immunogenic reaction to European isolates. Plant Dis. Rep. 61:887-890.

- EICHE, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. Stud. For. Suecica 36:1-219.
- " & ANDERSSON, E. 1974. Survival and growth in Scots pine (*Pinus silvestris* L.). Provenance experiments in northern Sweden. Theor. Appl. Genetics 44:49-57.
- KARSTEN, P.A. 1884. Fragmenta mycologica. XIV. Hedwigia 23:57-63.
- KUJALA, V. 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. Metsät. tutkimusl. julk. 38(4):1-121.
- KURKELA, T. 1967. Keväällä havaitusta männyn taimitarhataudista ja *Scleroderris lagerbergii*sta. Metsät. Aikakausl. 84:391-392.
- LAGERBERG, T. 1913. Granens toptorka. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 10:9-44.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimusl. julk. 84(2):1-64.
- LÄHDE, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sapling stands of Scots pine. Seloste: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon. Metsäntutkimusl. julk. 84(3):1-23.
- " 1979. Männyn, kuusen ja lehtikuusen suoja- ja avokylvö aurauksen pientareessa ja palteessa. Metsäntutkimusl. julk. 97:1-45.
- " & KINNUNEN, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Folia For. 197:1-19.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös 1979, no 685.
- MUTKA, K. & LÄHDE, E. 1977. Effect of soil treatment, liming, and phosphate fertilization on initial development of bare-rooted Scots pine transplants. Seloste: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon. Metsäntutkimusl. julk. 91(3):1-57.
- NOROKORPI, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu 1971. 4:23-26.
- " 1972. Pohjoisten männyn viljelytaimistojen tuhoprosessista. Metsä ja Puu 1972. 4:13-15.
- READ, D.J. 1966. Dieback diseases of pines with special reference to Corsical pine, *Pinus nigra* var. *calabrica* Schn. I. The nature of the disease symptoms and their development in relation to the crown and aspect. Forestry 39:151-161.

- READ, D.J. 1968. Some aspects of the relationship between shade and fungal pathogenicity in an epidemic disease of pines. *New Phytologist* 67:39-48.
- ROLL-HANSEN, F. 1963. Scleroderris lagerbergii Gremmen (Grumenula abietina Lagerb.) and girdling of Pinus sylvestris. *Medd. norske Skogforsøksv.* 19:153-175.
- SKILLING, D.D. 1972. Epidemiology of Scleroderris lagerbergii. *Eur. J. For. Path.* 2:16-21.
- STEPHAN, B.R. 1970. Klonabhängiges Verhalten bei Pinus nigra Arnold gegenüber Scleroderris lagerbergii Gremmen. *Allg. Forst- u. Jagdz.* 141:60-63.
- " & SCHOLZ, F. 1979. Weitere Untersuchungen zur unterschiedlichen Anfälligkeit von Pinus nigra Klonen gegenüber Scleroderris lagerbergii. *Eur. J. Path.* 9:46-51.
- TEICH, A.H. 1968. Foliar moisture content as a criterion for resistance to frost and Scleroderris canker in Jack pine. *Bi-month. Res. Notes* 24:3.

Kim von Weissenberg

MÄNNYNTAIMIEN KEHITYS JA VERSORUOSTE

Versoruoste saastuttaa männyn kasvavia versoja alkukesällä aiheuttaen niissä keltaisia itiöpesäkkeitä, jotka myöhemmin muodostuvat pihkaisiksi haavoiksi ja joista verso taipuu, katkeaa tai joiden yläpuolelta verso kuolee. Mänty kuolee harvoin ruosteeseen, mutta estynyt pituuskasvu, haaroittuminen ja pensastuminen voi johtaa siihen, että pintakasvillisuuden kilpailu ja lumikariste voivat tappaa sen. Taimitarhoissa tautia harvemmin torjutaan ja maastossa ainoa torjuntakeino on haavanvesojen poistaminen uudistusaloilta.

Ei ole aivan tarkkaa tutkimuksiin perustuvaa tietoa siitä, missä verson kehitysvaiheessa mänty on kaikkein herkin saastumiselle, eikä myöskään tiedetä, jos eri aikoina tapahtunut saastuminen aiheuttaa erilaisia taudin oireita (esim. enemmän taipumista tai versojen kärkiosien kuolemista). Nämä tiedot ovat kuitenkin tärkeitä mm. torjuntatoimenpiteiden suunnittelussa, keinollisten saastutuskokeiden järjestelyssä, perinnöllisen taudinkestävyyyden mittaamisessa ja versoruosteen taudinaiheuttamiskyvyn (patogeenisuuden) ja maantieteellisen vaihtelun tutkimisessa.

Seuraavassa esitetäänkin eräitä koetuloksia, joita Suomenjoen metsänviljelyn koeasemalla on saatu siitä, missä kehitysvaiheessa ensimmäisen, toisen ja kolmannen kasvukauden taimet saastuvat eniten ja miten mm. itiömäärä, joka versojen pintaan tulee haavan lehdistä, vaikuttaa saastumiseen. Tulokset ovat osittain alustavia, mutta antavat kuitenkin melko selvän kuvan tutkittavasta ilmiöstä.

Aineisto ja menetelmät

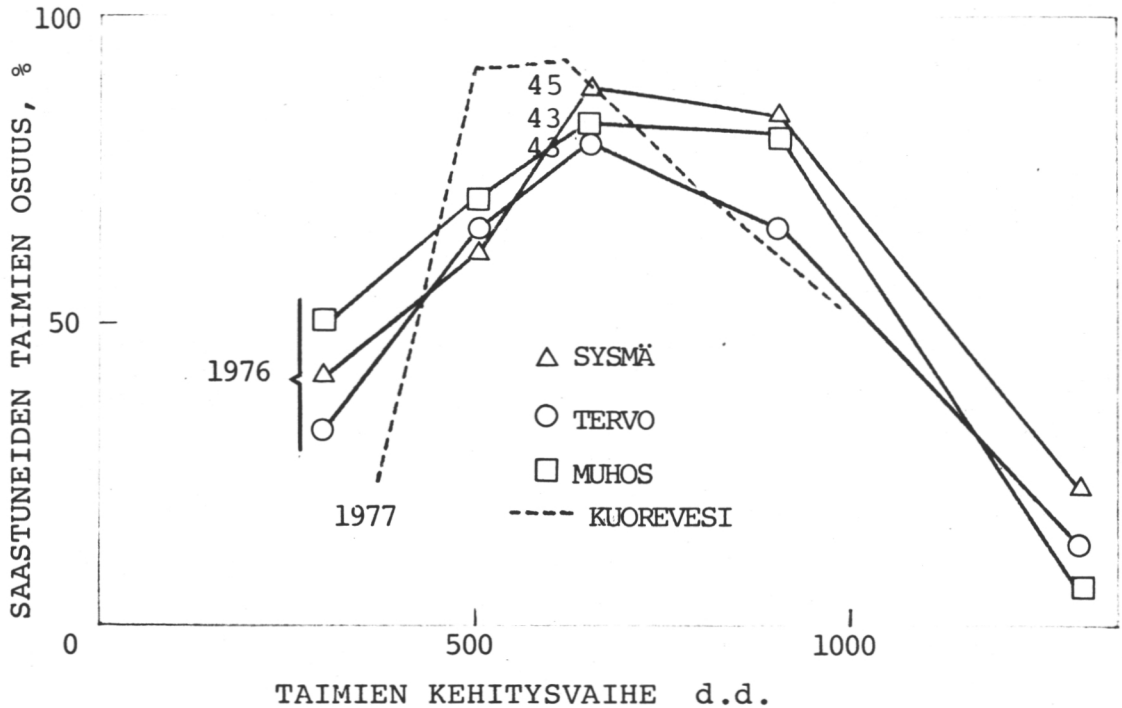
Käyttäen etelä-suomalaista siementä saastutettavat taimet kasvatettiin muovihuoneessa muovilaatikossa (n. 42 x 30 x 12 cm) turpeen ja hiekan seoksessa (irtotilavuus n. 1 : 1) käyttäen normaalia taimitarhalannoitusohjelmaa (kalkkisalpietaria ja Super Y-lannoitetta). Laatikoihin, joiden taimia oli tarkoitus saastuttaa

ensimmäisenä tai toisena kasvukautena, kylvettiin 42:een kohtaan 2 siementä, kun taas niihin, joiden taimet oli tarkoitus saastuttaa kolmantena kasvukautena, kylvettiin aina kaksi siementä 30:een kohtaan. Kun siemenkuori oli irronnut sirkkataimista, ylimääräiset taimet poistettiin tai siirrettiin tyhjiin kohtiin. Taimen kehitysvaihe mitattiin kahdella tavalla: saastutushetkellä saavutetun lämpösumman ja koko kasvukauden kokonaispituuskasvusta saavutetun osuuden mukaan. Lämpösumman laskennassa käytettiin kynnyksarvona 5°C ja laskenta aloitettiin kylvöpäivämäärästä ja/tai siitä lähtien kun taimet siirrettiin talvehtimispaikastaan avomaalta kasvatuspaikkaansa muovihuoneeseen. Mikäli lämpösummaa oli kertynyt jo avomaalla, se otettiin laskennassa huomioon.

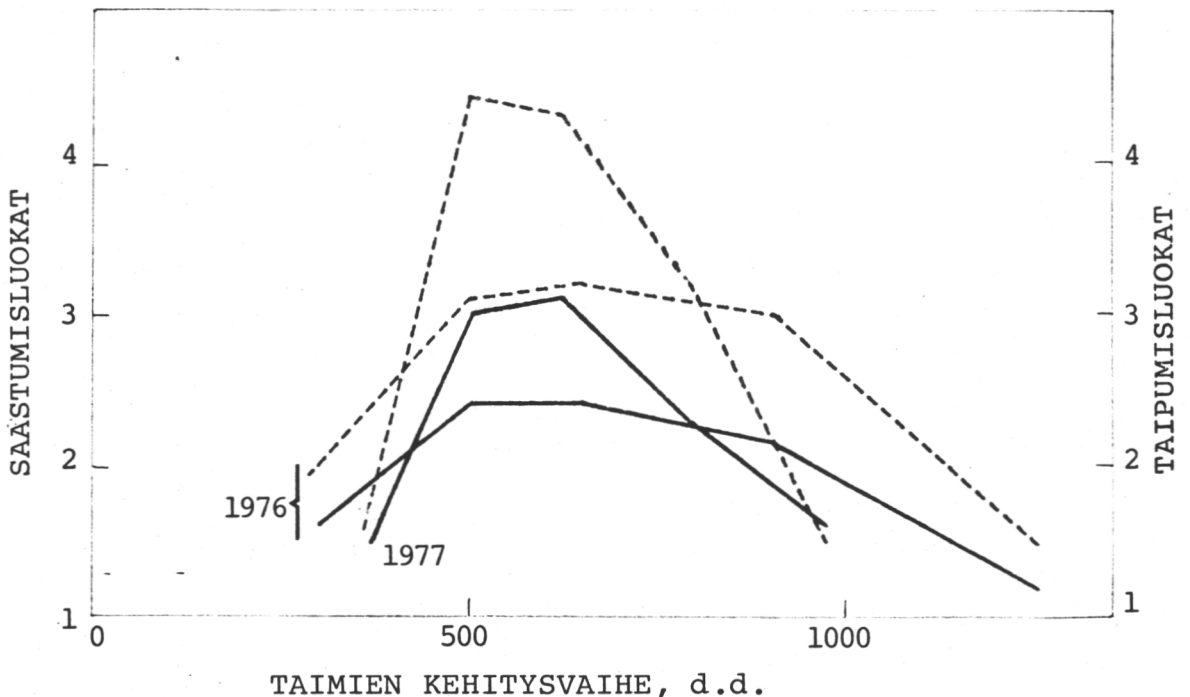
Taimet saastutettiin versoruosteella 4 - 6 kertaa verson pituuskasvun aikana. Saastutus suoritettiin siten, että taimilaatikot siirrettiin kahdeksi vuorokaudeksi huoneeseen, jossa lämpötila oli 16°C ja suhteellinen kosteus vähintään 75 - 85 %. Taimilaatikot peitettiin saastutuslaatikolla, joiden kansissa oli ruosteen kantaitiöitä tuottavia märkiä haavanlehtiä. Taimien versoille vapaasti vajoavien kantaitiöiden lukumäärä laskettiin pienistä itiönkeräyslaitteista, jotka oli asetettu saastutuslaatikoiden sisälle lehtien ja taimien välille. Saastutusjakson jälkeen taimet siirrettiin takaisin muovihuoneeseen. Noin 24 vuorokauden jälkeen luettiin saastuneiden taimien lukumäärä (% taimilaatikon taimista) ja luokiteltiin kukin taimi saastumisen (1. kasvuk. taimet 6 luokkaa, 2. ja 3. kasvuk. taimet 9 luokkaa) ja taipumisen voimakkuuden (5 luokkaa) mukaan.

Tulokset

Ensimmäisen kasvukauden versot saastuvat kasvukauden alussa ja lopussa varsin vähän, kun taas muovihuonekasvukauden keskivaiheella saastuminen on yleisintä. Etelä-Suomen eri mäntyalkuperien välillä ei ollut suurtakaan eroa (kuva 1). Sekä vuonna 1976 että vuonna 1977 tehdyt kokeet osoittivat, että suurin osa taimista saastui pituuskasvun saavutettua noin 50 % lopullisesta pituudesta ja muovihuoneen lämpösumma kylvöstä laskien oli saavuttanut noin 500 - 850 d.d.. Saastumisen keskimääräinen voimakkuus ja verson taipuminen oli kuitenkin voimakkainta suppeammalla alueella 500 - 600 d.d. (kuva 2).



Kuva 1. Saastuneiden 1. kasvukauden taimien osuus kasvun eri kehitysvaiheissa vuoden 1976 ja 1977 kokeiden mukaan. Huippukohtaan merkitty numero tarkoittaa taimen saavutetun pituuden osuutta loppupituudesta. Kokeet suoritettu Suonenjoella eri Etelä-Suomen mäntyalkuperillä.



Kuva 2. Ensimmäisen kasvukauden taimien keskimääräisen saastumisen voimakkuus (---) ja versojen taipuminen (—) kokeiden 1976 ja 1977 mukaan. Vuoden 1976 eri siemenalkuperät yhdistetty.

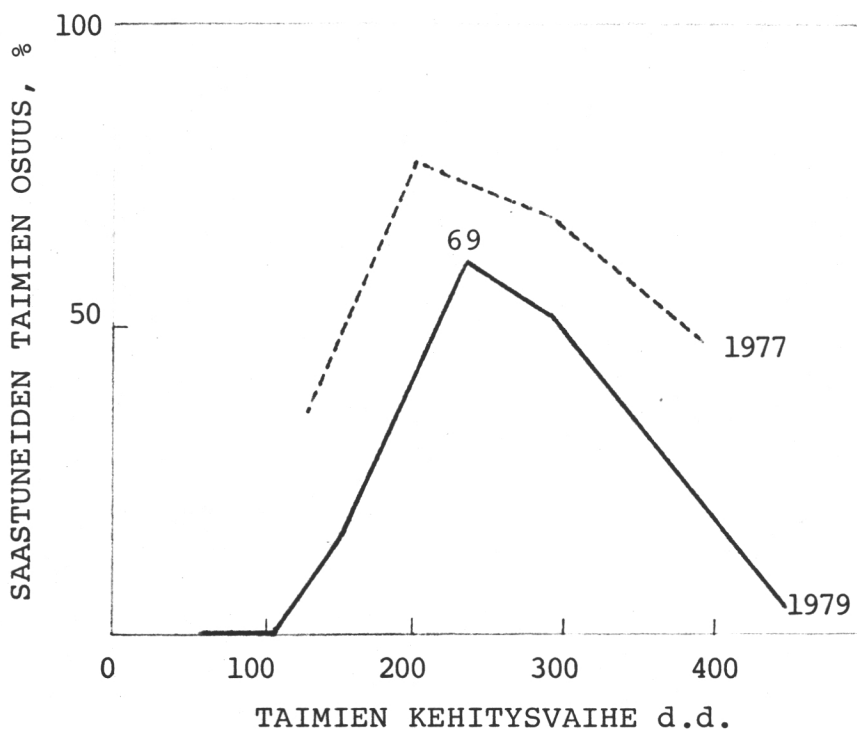
Saastumislukokka 4 = verso kohtal. saast. n. 5 mm ympäri
 " " tai sivuverso ja pääverso saastunut
 Taipumislukokka 5 = verso paljon saastunut
 " " 4 = 45° - 90°
 " " 5 = $> 90^{\circ}$
 Luokat 1 = taimessa ei oireita

Toisen kasvukauden taimet kasvavat muovihuoneessa ja avomaalla pituutta huomattavasti lyhyemmän ajan ja saavuttavat lopullisen pituutensa jo noin 400 d.d:n jälkeen. Suurin osa taimista saastuu noin 240 d.d:n kohdalla, kun taas noin 440 d.d:n kohdalla vain pieni osa taimista enää saastuu. Tulos on sama sekä 2. että 3. kasvukauden taimilla (kuva 3). Sekä saastumisen voimakkuus että taipuminen on myös suurinta juuri 240 d.d:n kohdalla (kuva 4). Mikäli kuitenkin taimet eivät aloita kasvuansa samanaikaisesti, esim. epätasaisen talveentumisen johdosta, erot kehitysvaiheiden välillä voivat tasoittua huomattavastikin, kuten kävi vuoden 1979 kokeessa 2. kasvukauden taimilla (kuva 5).

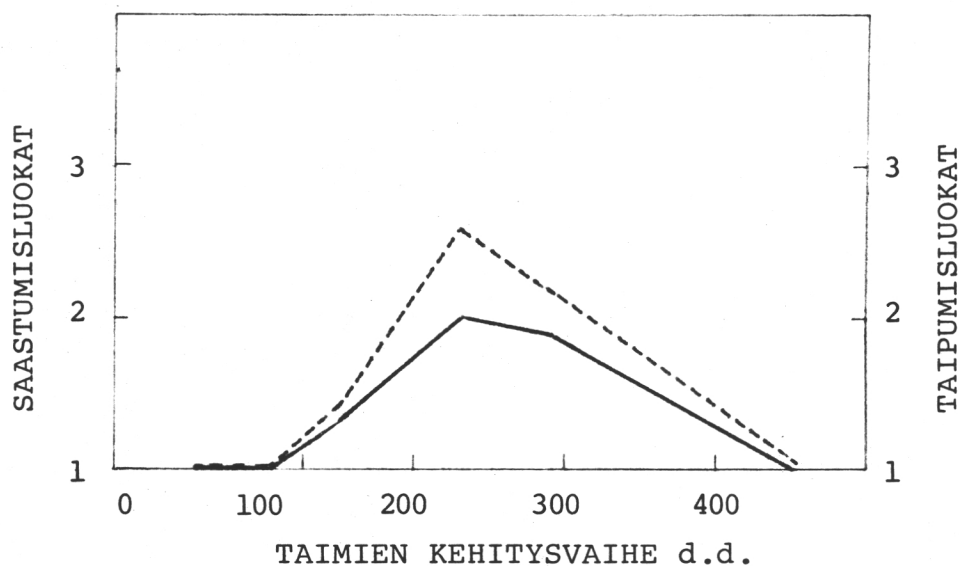
Edellä selostetut tulokset on saatu pitämällä itiöiden määrä jokseenkin vakiona (noin 10 - 30 kpl/mm²). Jos kuitenkin itiömäärä kasvaa hyvin suureksi (noin 200 kpl/mm²), voi yli 60 % taimista saastua melkein kehitysvaiheesta riippumatta. Tämä tulos on tois-
taiseksi saatu 1. kasvukauden taimilla (kuva 6). On mahdollista, että 2. ja 3. kasvukauden taimet käyttäytyvät samalla tavalla. Näin ollen olisi melko tarkoin pystyttävä säätelemään käytettävien kantaitiöiden lukumäärä, jos verrataan eri kokeissa saatuja tuloksia toisiinsa.

Yhteenveto

Ensimmäisen kasvukauden männyntaimet saastuvat eniten versoruosteeseen niiden saatua noin 500 - 850 d.d:tä ja noin puolet lopullisesta pituuskasvustaan. Vastaava kehitysvaihe 2. ja 3. kasvukauden taimilla on noin 240 d.d:n kohdalla. Mikäli saastuttavien kantaitiöiden lukumäärä kasvaa hyvin suureksi (noin 200 kpl/mm²) voi kuitenkin yli 60 % taimista saastua, vaikka ne olisivat kehityksessään joko edellä tai jäljessä tästä suurimman herkkyyden vaiheesta. Vertailevissa kokeissa olisi siis tarkoin tunnettava sekä taimen kehitysvaihe että saastutuksessa käytettyjen itiöiden lukumäärä. Torjunnassa tärkein vaihe on silloin, kun taimet ovat saavuttaneet noin 40 - 50 % lopullisesta pituudestaan. Jos kuitenkin itiöitä on runsaasti liikkeellä, kuten sateisena kesäkuuna saattaa olla, suurin osa taimista voi saastua pitemmälläkin aikavälillä.

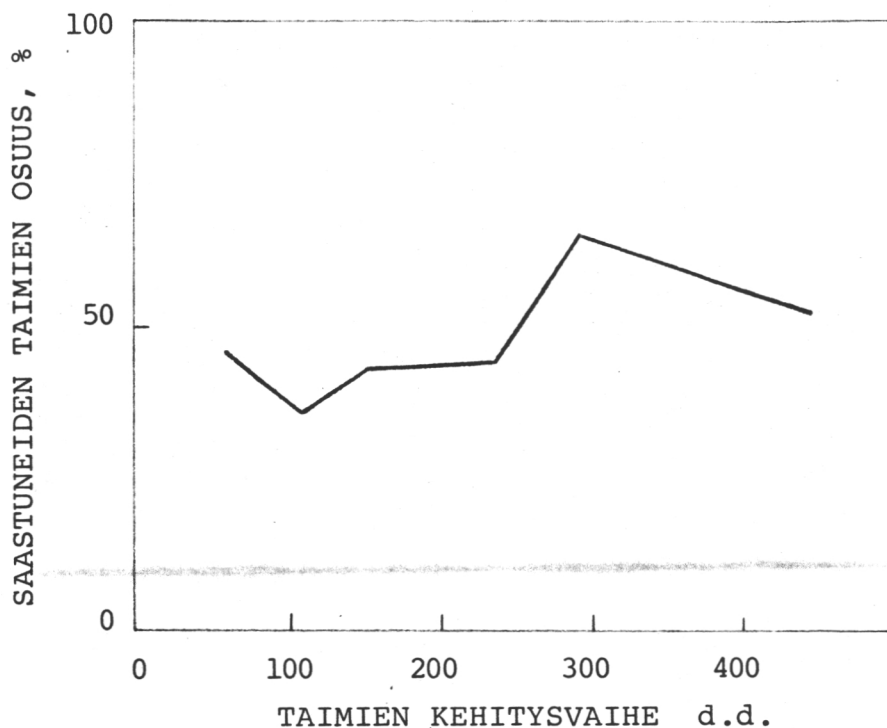


Kuva 3. Toisen (---) ja kolmannen (—) kasvukauden taimien saastuminen eri kehitysvaiheissa vuoden 1977 ja 1979 kokeiden mukaan. Huippukohtaan merkitty numero tarkoittaa taimen saavutetun pituuden osuutta loppupituudesta.

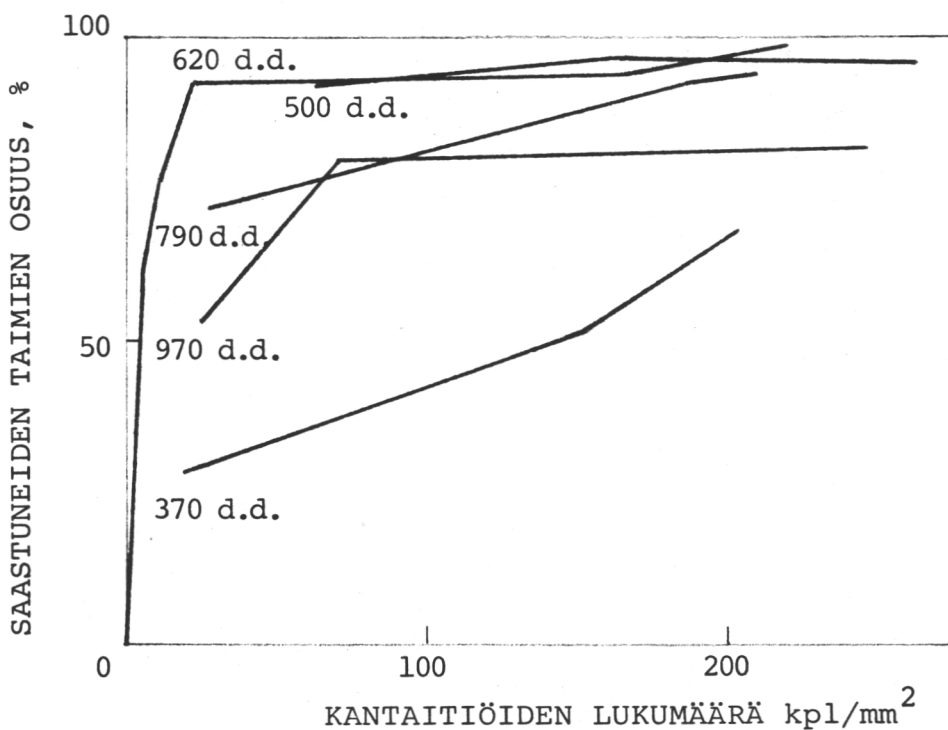


Kuva 4. Kolmannen kasvukauden taimien keskimääräisen saastumisen voimakkuus (---) ja taipuminen (—) vuoden 1979 kokeen mukaan.

- Saastumisluokat: 1 = ei taudin oireita
 2 = itiöitä vain neulasissa
 3 = toispuoleinen saastuminen 1 - 2 cm tai sivuverso saastunut
- Taipumisluokat: 1 = ei taudin oireita
 2 = verso saastunut, ei taipunut
 3 = verso taipunut < 45°



Kuva 5. Toisen kasvukauden taimien saastuminen eri kehitysvaiheissa silloin kun taimien kasvuunlähtö on keväällä ollut hyvin epätasaista. Koe suoritettu kesällä 1979.



Kuva 6. Ensimmäisen kasvukauden taimien saastumisen riippuminen taimien kehitysvaiheesta (370 d.d. - 970 d.d.) ja taimille sattuneiden kantaitiöiden lukumäärästä. Koe suoritettu kesällä 1977.

Kirjallisuus

- MARTINSON, O. 1980. Testing Scots pine for resistance to pine twist rust. *Folia For.* 422:25-31.
- WEISSENBERG, K. von. 1978. Variation in the host resistance and pathogen aggressiveness in the Pinus silvestris - Melampsora pinatorqua system. s. 293. In: Laux, W. (Toim.) Abstract of papers, 3rd Int. Congr. Pl. Path. Aug. 1978, München, Paul Parey, Berlin ja Hamburg, pp. 435.

Sakari Lilja

SIENITAUTIEN TORJUNTA-AINEISTA TAIMITARHALLA

Sienitautien torjunta-aineita koskevat samat yleiset määräykset kuin muitakin torjunta-aineita. Tärkeimmät niistä sisältyvät torjunta-ainelakiin (327/1969) ja -asetukseen (93/1970).

Lain ja asetuksen tarkoituksena on ehkäistä heikkotehoisten tai muutoin käyttöön soveltumattomien aineiden markkinointi. Lisäksi niiden keskeisenä tarkoituksena on ehkäistä torjunta-aineiden haitat. Lain 5 § 1 momentti kuuluu: "Torjunta-aineeksi tarkoitettua valmistetta ei saa myydä tai muutoin kulutukseen luovuttaa, ennen kuin kasvinsuojelulaitos on hakemuksesta antanut siihen luvan." Asetuksen 7 luku käsittelee torjunta-aineiden käyttöä; 23 §:ssä todetaan: "Torjunta-ainetta ei saa käyttää muuhun kuin hyväksytyyn, myyntipäällyksessä mainittuun käyttötarkoitukseen eikä vastoin sen käyttämisestä annettuja ohjeita. Rikkomuksista säädetään lain 10 §:ssä mm. seuraavaa: "Joka rikkoo tätä lakia tai sen nojalla annettuja määräyksiä ... säilytyksestä, kuljetuksesta ja käytöstä, on tuomittava, jollei muualla laissa ole ankarampaa rangaistusta säädetty, sakkoon tai enintään vuodeksi vankeuteen." On siis syytä muistaa, ettei torjunta-aineiden valinta ja käyttö taimitarhallakaan ole vapaan harkinnan varassa.

Seuraavassa on koottu tietoja taimitarhakäyttöön soveltuvista sienitautien torjunta-aineista sekä pääkohtia hyväksytyistä käyttöohjeista. Ohjeita pyritään pitämään ajan tasalla ja ne voivat muuttua kesken myyntiluvan voimassaolokauden, joten ennen käyttöä on syytä tarkistaa alkuperäisen myyntipakkauksen teksti.

K u p a r i o k s i k l o r i d i

Tehoaine: Kuparioksidikloridi

Kauppavalmisteet:	nimi	tehoainetta	
	OB 21	850 g/kg	Berner
	Kuparijauhe	588 "	Kemira

Vaikutustapa: Kuparioksidikloridi on epäorgaaninen kupari-
valmiste, ennalta suojaava fungisidi.

Käyttötarkoitus: männynkaristeen, kuusen kirjokaristeen ja
koivunruosteen torjuntaan

Käyttöohje: Männynkaristetta vastaan ruiskutus elo- ja syys-
kuussa 2 - 3 kertaa 10 - 14 vuorokauden välein.

Kuusenkirjokaristetta vastaan ruiskutus syys-
kuussa.

Koivuruostetta vastaan ruiskutus ensimmäisten
taudinmerkkien alkaessa ilmetä sekä vielä pari
kertaa 10 - 14 vuorokauden välein.

Käyttöväkevyys kaikissa kohteissa 0,5 %.

Myrkyllisyys: Luokka 2
LD₅₀ mg/kg 700 - 1000
Vaaratonta mehiläisille

Käytettävä perussuojaimia

Korroosiovaikutus

Lisähuomautuksia: Kuusen kirjokariste tautina varmistamaton.
Teho koivunruosteeseen huono.

B e n o m y y l i

Tehoaine: Benomyyli (metyyli-1-(butuulikarbamoyyli)-
bentsimidatsol-2-yylikarbamaatti)

Kauppavalmiste:	nimi	tehoainetta	
	Benlate	500 g/kg	Farmos

Vaikutustapa: Benomyyli on karbamaattivalmiste ja toimii suo-
jaavana ja sisävaikutteisena fungisidinä.

Käyttötarkoitus: Harmaahomeen torjuntaan metsäpuiden taimilla.

Käyttöohje: Harmaahomeen torjumiseksi käytetään Benlatea
40 - 60 g/100 l vettä. Ruiskutus suoritetaan
kun tauti havaitaan. Kasvit ruiskutetaan kos-
teiksi. Käsittely uusitaan 14 vrk välein.

Myrkyllisyys: Luokka 3
LD₅₀ mg/kg 10000
Vaaratonta mehiläisille

Myrkyllistä kaloille

Voi ärsyttää silmiä, hengityselimiä ja ihoa.

Lisähuomautuksia: Ei ole hyväksytty versosyövän torjuntaan, hakemus peruutettu, samoin talvituhosienien osalta.

K v i n t o t s e e n i

Tehoaine: Kvintotseeni (pentakloorinitrobenzoseeni, PCNB)

Kauppavalmisteet:	nimi	tehoainetta	
	Avicol-pölyte	200 g/kg	Kemira
	Brassicol-pölyte	200 "	Berner
	Avicol-ruiskute- jauhe	500 "	Kemira

Vaikutustapa: Kvintotseeni on kloorattu ja hiilivetyjä ja sillä on ennalta suojaava vaikutus.

Käyttötarkoitus: Talvituhosienten torjuntaan metsäpuiden taimitarhoissa.

Käyttöohje: pölytteet 25 - 50 kg/ha
ruiskutteet 10 - 20 kg/ha

Kasvustot pölytetään tai ruiskutetaan ennen lumen tuloa viimeistään maan routautumisvaiheessa. Poikkeustapauksissa käsittely on kuitenkin mahdollista vielä ohuelle lumikerrokselle, mutta torjuntatulokset voi tällöin jäädä heikommaksi.

Myrkyllisyys: Luokka 3
LD₅₀ mg/kg 12000
Mehiläisille vaaratonta

Valmistetta käsiteltäessä on käytettävä perussuojaimia.

M a n e b i

Tehoaine: manebi (mangaanietyyleeni -1, 2 -bisditiokarbamaatti)

Kauppavalmisteet:	nimi	tehoainetta	
	Berner-maneb	800 g/kg	Berner
	F-Manebi	800 g/kg	Farmos
	Fungiman	850 g/kg	Berner
	Maneba	800 g/kg	Kemira

Vaikutustapa: Manebi on karbamaattivalmiste, jolla ennalta suojaava vaikutus.

Käyttötarkoitus: Männynversosyövän, männynversoruosteen, lumikaristeen, mustan lumihomeen sekä männynkaristeen torjuntaan metsäpuiden taimitarhoissa.

Käyttöohje: Männynkaristeen torjumiseksi suoritetaan elosyyskuussa 3 - 4 ruiskutusta 10 - 14 vuorokauden väliajoin. Käyttöväkevyys on 0,3 % (30 g/10 l vettä). Sateisina kesinä on käsittelyt syytä aloittaa jo kesäkuussa ja jatkaa syyskuun

loppuun asti. Männynversosyövän, männynverso-ruosteen, lumikaristeen sekä mustan lumihomeen torjunnassa käyttöväkevyyks on 0,7 - 1,0 % (70-100 g/10 l vettä). Versosyövän torjunnassa käyttöväkevyyks on 1 %. Kylvötaimet käsitellään ensi kerran 3 - 4 viikon ikäisinä ja ruiskutus toistetaan vähintään 3 kertaa 2 viikon väliajoin. Vuoden vanhat ja koulitut taimet ruiskutetaan 6 - 8 kertaa kesässä 2 viikon väliajoin. Ensimmäinen ruiskutus suoritetaan kesäkuussa uusien männyn neulasten ollessa n. 0,5 cm pituisia tai kuusen neulasten ollessa 1/3 lopullisesta pituudestaan. Lumikaristeen ja mustan lumihomeen torjumiseksi suoritetaan ensimmäinen ruiskutus syyskuun lopulla ja sen jälkeen vielä kaksi kertaa 10 vuorokauden väliajoin.

Myrkyllisyys:

Luokka 3
LD₅₀ mg/kg 6750
Mehiläisille vaaratonta

Kaloille jonkinverran myrkyllistä

Ärsyttää ihoa, limakalvoja ja silmiä

Lisähuomautuksia: Talvituhosienien ja ruosteiden torjuntaan on muita, tehokkaampia valmisteita. Versosyövän torjunnassa kokemusten mukaan tehoton, joten käyttöohjetta joudutaan uusimaan.

O k s i k a r b o k s i i n i

Tehoaine:

oksikarboksiini (2,3-dihydro-6-metyyli-5-fenyylikarbamoyyli-1,4-oksatiini-4,4-dioksidi)

Kauppavalmiste:

nimi tehoainetta
Plantvax 780 g/kg Berner

Vaikutustapa:

Systeminen ja taudin kulun pysäyttävä vaikutus

Käyttötarkoitus:

Koivunruosteen torjuntaan

Käyttöohje:

Taimet ruiskutetaan 2 - 5 kertaa 2 - 4 viikon väliajoin. Ensimmäinen käsittely suoritetaan kesäkuun lopussa tai heinäkuun alussa ensimmäisten ruostelaikkujen ilmestyttyä lehtiin. Tämän jälkeen ruiskutuksia jatketaan tarpeen mukaan ruostesaastunnan kehittymisestä riippuen. Käyttöväkevyyks 0,2 - 0,25 %.

Myrkyllisyys:

Luokka 2
LD₅₀ mg/kg 2000

Valmistetta käsiteltäessä on käytettävä perussuojaimia.

Z i n e b i

Tehoaine: Zinebi (sinkkietyleeni-1,2-bisditiokarbamatti)

Kauppavalmiste:	nimi	tehoainetta	
	Lonacol	720 g/kg	Berner

Vaikutustapa: Zinebi on karbamaattivalmiste, jolla ennelta suojaava vaikutus.

Käyttötarkoitus: männynkaristeen torjunta

Käyttöohje: Taimialat ruiskutetaan 2 - 4 kertaa elo-syyskuussa 10 - 14 vrk väliajoin. Sateisena kesänä ruiskutukset aloitetaan jo heinäkuun alkupuolella ja sateiden jatkuessa niitä suoritetaan syyskuun lopulle saakka. Käyttömäärä 2 - 3 kg/ha.

Myrkyllisyys: Luokka 3
 LD₅₀ mg/kg 5200
 Mehiläisille vaaratonta, kaloille jonkin verran myrkyllistä. Ärsyttää ihoa, limakalvoja ja silmiä.

T i r a a m i

Tehoaine: Tiraami (bis (dimetyylitiokarbamoyyli)-disulfidi)

Kauppavalmisteet:	nimi	tehoainetta	
	Pomarsol Forte	800 g/kg	Berner
	Tirama 50	500 g/kg	Kemira

Vaikutustapa: Ennalta suojaava vaikutus

Käyttötarkoitus: Maandesinfiointiaineena taimipoltteen torjuntaan ja havupuiden siementen peittämiseen siemenlevintäisten sienitautien torjumiseksi.

Käyttöohje:

	Pomarsol Forte	
- peittauksessa	3,5 g/l	kg siementä
- pintamullan desinfiointi	20 - 35 g/m ² /2	- 5 l vettä
	Tirama 50	
- peittauksessa	5,5 g/l	kg siementä
- pintamullan desinfiointi	30 - 55 g/m ² /2	- 5 l vettä

Myrkyllisyys: Luokka 2
 LD₅₀ mg/kg 375-865
 Vaaratonta mehiläisille, myrkyllistä kaloille. Ärsyttää ihoa, silmiä ja limakalvoja. Alkoholin nauttimien pahentaa haittavaikutuksia.

Lisähuomautuksia: On käytetty myös metsäpuilla harmaahomeen torjuntaan.

12. Luettelo tärkeimmistä säädöksistä ja ohjeista ¹⁾

12.1. Torjunta-aineita koskevia perussäädöksiä

- Myrkkylaki (309/69, 483/70, 253/72, 149/73, 757/76, 676/79)
Myrkkyasetus (612/69, 285/70, 557/70, 424/71, 1007/71, 610/72, 538/74, 758/76)
Torjunta-ainelaki (327/69, 556/72, 150/73)
Torjunta-aineasetus (93/70, 483/71, 509/72, 641/72, 547/74, 313/75, 548/76)
Asetus Kasvinsuojelulaitoksesta (536/69, 105/70)
Asetus Kasvinsuojelulaitokselle suoritettavista maksuista (1035/79)
Maatalousministeriön päätös torjunta-aineiden tarkastuskohteista (705/69)
Maa- ja metsätalousministeriön päätös eräiden torjunta-aineiden käyttö-
rajoituksista (671/72)
Maa- ja metsätalousministeriön päätös torjunta-aineiden varajoista ja muis-
ta käytön rajoituksista (458/73, 958/75, 406/79)
Maa- ja metsätalousministeriön päätös torjunta-aineiden lentolevityksestä
(314/75, 504/75, 646/79)
Maa- ja metsätalousministeriön päätös DDT:tä sisältävien torjunta-aineiden
myynnin ja käytön kieltämisestä (503/76)
Maa- ja metsätalousministeriön päätös vesakontorjunta-aineiden levittämisestä
eräissä tapauksissa (597/76)
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös myrkkyluetteloiden muuttamisesta
(973/76, 530/79)
Maa- ja metsätalousministeriön päätös eräiden torjunta-aineiden myynnin ja
käytön kieltämisestä (600/77)
Maa- ja metsätalousministeriön kirjepäätös pölyttävälle hyönteisille vaaral-
lisista aineista n:o 2549/97 NMM 1978/5.3.1979

12.2. Muita säädöksiä

- Elintarvikkelaki (526/41)
Elintarvikeasetus (408/52, 554/70, 585/73, 806/74)
Asetus marja- ja hedelmävalmisteista (450/65)
Asetus kasviksista (526/69)
Asetus omenista (527/69)
Asetus ruokaperunasta (291/70, 739/73)
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös elintarvikkeisiin käytettäväksi sal-
littuista lisäaineista (953/73)
Asetus elintarvikkeiden lisäaineista (766/79) ja siihen liittyvä elinkeino-
hallituksen päätös (30.10.1979) elintarvikkeiden lisäaineista
Rehu- ja lannoitelaki (335/68)
Vesilaki (264/61, 453/63, 427/70)

- Vesiasetus (282/62, 289/63, 370/64, 428/70)
Asetus vesiensuojelua koskevista ennakkotoimenpiteistä (283/62, 429/70)
Työturvallisuuslaki (299/58, 789/76)
Valtioneuvoston päätös lääkärintarkastuksista työturvallisuuslain 44 §:ssä
tarkoitettussa työssä (637/71)
Ammattitautilaki (638/67)
Ammattitautiasetus (639/67)
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös ohjeista ammattitaudivin toteamiseksi
(640/67)

- Laki työsuojelun valvonnasta (131/73)
Asetus työsuojelun valvonnasta (954/73)
Laki vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (510/74)
Asetus vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (861/74)
Liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä
(610/78)

Rautatiekuljetusasetus (714/75)

- Sosiaali- ja terveysministeriön sekä lääkintöhallituksen päätökset, joilla
torjuntavalmisteet on julistettu joko myrkkylisiksi tai lievästi myr-
kkyllisiksi torjunta-aineiksi

12.3. Ohjeita, oppaita ja tutkimuslостuksia

- Myrkkyyden hävittäminen I ja II. Myrkkyaian neuvottelukunta 1976. Saatavana
Valtion painatuskeskuksesta. Tätä monistetta kirjoitettaessa myrkkyy-
asiaan neuvottelukunta valmistelee uusittua Myrkkyyopasta, jota on saata-
vana keväällä 1980 Valtion painatuskeskuksesta.
Elintarvikkeiden lisäaineet ja vieraat aineet suomalaisessa ravinnossa. Elin-
tarvikkeiden tutkimussäätiö. Julkaisu n:o 7. 1977. Saatavissa Elin-
tarvikkeiden tutkimussäätiöstä tai lainattavissa kirjastoista.
Torjunta-aineet 1979. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 60. 1979.
Torjunta-aineiden kaupan opas. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 56. 1977.
Torjunta-aineiden käytön opas. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 62. 1979.
Kasvinsuojeluseuran julkaisuja on saatavissa Kasvinsuojeluseuralta.
Torjunta-aineiden käytön turvallisuusohjeet. Työsuojeluhallitus, turvalli-
suusmääräykset 35. 1975. Saatavissa Valtion painatuskeskuksesta.
Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet. Sosiaali- ja terveys-
ministeriön vahvistamat teknilliset turvallisuusohjeet n:o 11. 1973.
Saatavissa Työterveyslaitoksen julkaisutoimistosta.

1) Markkula, M. ja Hiltunen, T. 1980. Torjunta-aineita koskevat
määräykset ja torjunta-aineiden tarkastus. Maatalouden tutkimus-
keskus. Kasvinsuojelulaitoksen tiedote 20.

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeäiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn, kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1A + 1A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppeli pistokkaiden menestyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella. vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijäin mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa-ennakkotiedonanto. 1977.
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkausnoston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.

- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista koulittujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Parviainen Jari. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.

Suonenjoen metsänviljelyn koeasema 77600 SUONENJOKI
Puh. 979-10771