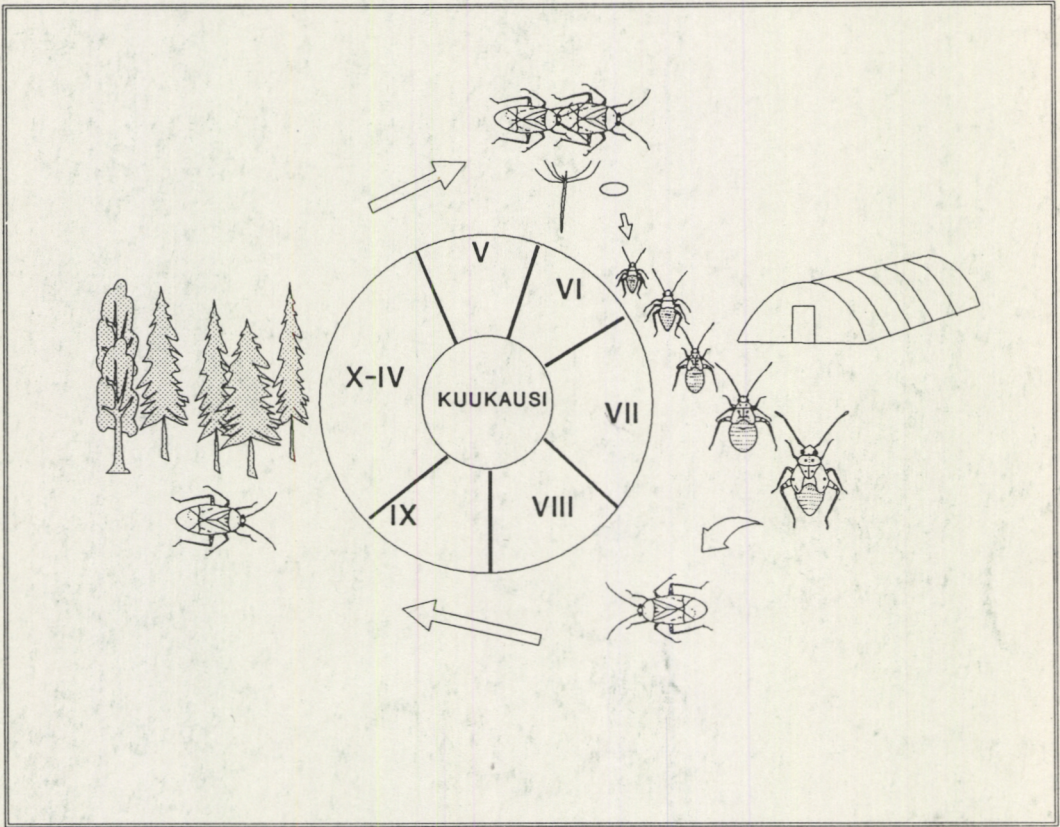




JARMO HOLOPAINEN JA RISTO RIKALA

LUTEET JA MÄNNYNTAIMIEN KASVUHÄIRIÖT

SUONENJOKI 1991

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 379

Suonenjoen tutkimusasema

Jarmo Holopainen ja Risto Rikala

LUTEET JA MÄNNYNTAIMIEN KASVUHÄIRIÖT

Abstract: *Lygus* bugs and growth disturbances in Scots pine seedlings

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	5
11. Kasvuhäiriö metsäpuiden taimitarhoilla.....	5
12. Havupuiden kasvuhäiriöitä aiheuttavia tekijöitä.....	7
13. Tutkimuksen tavoite.....	10
2. TAIMITARHAKOKEET.....	11
21. Luteiden elämänsykli, esiintyminen ja tarkkailumenetelmät	11
22. Luteiden isäntäkasvien vaikutus luteiden munintaan	15
23. Harsokatteen, lannoituksen ja torjunta-aineluokituksen vaikutus koulittujen männynntaimien silmuhäiriöihin	16
24. Lisätyppilannoituksen ja koulinta-ajankohdan vaikutus silmuhäiriöiden esiintymiseen ja luteiden kasvuun	19
3. LABORATORIOKOKEET	23
31. Lannoituksen vaikutus peltoluteen munintaan männylle	23
32. Herbisidikäsitteilyn vaikutus peltoluteen munintaan männylle	24
33. Ludetoukkien viholliset ja insektisidien vaikutus niihin	25
4. TULOSTEN TARKASTELU	27
KIRJALLISUUS	30
LIITTEET.....	34

ALKUSANAT

Männynntaimien kasvuhäiriöiden yleistyttyä metsätaimiharjoilla 1980-luvun alussa ilmiön selvittämiseksi käynnistettiin useita tutkimushankkeita. Tämä raportti on yhteenveto hankkeista, jotka on toteutettu Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön (Viljelytekniikan vaikutus peltoludevioitukseen männyllä) ja Suomen Akatemian maatalous-metsätieteellisen toimikunnan (Tutkimushanke nro: 07/114, Havupuiden *Lygus*-violetusalttiuteen vaikuttavat tekijät) rahoittamina Kuopion yliopiston ekologisen ympäristöhygienian laitoksella sekä maa- ja metsätalousministeriön rahoittamana Metsäntutkimuslaitoksella (PRY10-021, Metsäpuiden taimien kasvuhäiriö taimitarhalla). Viimemainitusta projektista on tässä esitelty tulokset tutkimuksista, joissa on yhteistyössä Kuopion yliopiston kanssa selvitetty luteiden runsauden vaihtelua ja kasvatustoimenpiteiden vaikutusta taimien kasvuhäiriöihin. Jo julkaistujen tutkimusten osalta tässä raportissa esitetään vain keskeisimmät tulokset, mutta julkaisemattomista tutkimuksista esitellään suppeasti myös kokeiden aineistot ja menetelmät.

Tutkimusten kaikki taimitarhakokeet toteutettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla. Haluamme kiittää taimitarhan henkilökuntaa yhteistyöstä kenttäkokeiden toteutuksessa. Anja Aaltosta, Marja-Leena Jalkasta ja Ritva Pitkästä kiitämme taimiaineistojen mittauksesta ja tallennuksesta. Hyönteiskeräyksissä sekä laboratoriokokeiden toteutuksessa ovat avustaneet Eila Kainulainen, Tarja Kananen, Jaana Tuhkalainen, Juha Kaitera, Hermann Niskanen, Ilkka Räsänen ja Jari Spoof. Laboraattori Liisa Ala-Kuijala Kuopion yliopiston biokemian ja bioteknologian laitokselta analysoi aminohapponäytteet. Englanninkielisen tiivistelmän kieliasun tarkasti Robin Sen. Käsikirjoituksen lukivat Erkki Lähde, Hannu Raitio ja Heikki Smolander. Kaikille tutkimuksessa mukana olleille esitämme parhaat kiitokset.

Kuopiossa ja Suonenjoella 30.4.1991

Jarmo Holopainen ja Risto Rikala

Holopainen, J. & Rikala, R. 1991. Luteet ja männyntaimien kasvuhäiriöt. Abstract: *Lygus* bugs and growth disturbances in Scots pine seedlings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 379. 35 s.

Erityisesti männyntaimien tuotantoa on 1980-luvun alkupuolella haitannut taimien kasvun pysähtymisenä, silmutasapainon häiriintymisenä ja pensastumisena ilmennyt kasvuhäiriö. Aiemmin kasvuhäiriön otaksuttiin johtuvan hivenravinteiden puutteesta tai kasviviruksista, mutta kokeellista tukea näille olettamuksille on kertynyt niukasti. Sen sijaan peltoluteen (*Lygus rugulipennis*) on useissa tutkimuksissa todettu imennällään aiheuttavan männyntaimien kasvuhäiriöitä. Tässä raportissa esitellään Kuopion yliopiston ekologisen ympäristöhygienian laitoksella ja Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusasemalla tehtyjä tutkimuksia luteiden esiintymistä taimitarhalla sekä niitä syitä, joiden johdosta peltolude sukulaisineen on nykyisin sopeutunut käyttämään ravinto- ja munintakasvina taimitarhoilla kasvavia havupuiden taimia. Tutkittavina tekijöinä olivat lannoitus, rikkakasvitiheys ja herbisidikäsittelyt (atratsiini).

Luteiden määrä oli korkeimmillaan seurantajakson (1984–90) alussa ja väheni voimakkaasti vuosikymmenen loppua kohti. Vuosittain toukokuussa aikuiset luteet siirtyivät metsästä taimitarhalle. Toukka-asteita tavattiin heinäkuun alusta elokuun puoliväliin ja toisen sukupolven aikuisia elokuun alusta syyskuun puoliväliin.

Syyskoulituissa taimissa esiintyi enemmän kasvuhäiriöitä kuin keväällä koulituissa taimissa. Tyypillannoituksen lisäys voimisti silmuhäiriön esiintymistä koulituissa männyntaimissa. Insektisidiruiskutus ja kateharsosuojaus vähensivät jonkin verran silmuhäiriöiden esiintymistä. Laboratorio-oloissa luteet munivat enemmän lannoitetuille kuin lannoittamattomille männyntaimille, mutta lannoitusmäärällä ei ollut vaikutusta munintaan. Aminohappoanalyysit osoittivat arginiini-, glutamiinihappo- ja glutamiinipitoisuuksien kohoavan taimitarhalla lisätyypeä sääneissä taimissa. Herbisidiruiskutukset, joissa tehoaineena oli atratsiini, eivät vaikuttaneet luteen männyntaimille munimien munien määrään eikä myöskään taimien aminohappopitoisuuksiin.

Peltovillakko, pihatähtimö ja kylänurmikka osoittautuivat selvästi mäntyä suositumiksi isäntäkasveiksi häkkikokeissa. Rikkakasvitiheyden nostaminen taimitarhaoloissa ei kuitenkaan vähentänyt munintaa ja voitusta männyllä. Tulokset viittasivat siihen, että luteet menestyvät paremmin rikkakasveilla ja voivat siirtyä niiltä imemään havupuita. Luteen isäntäkasveista erityisesti kylänurmikkaa esiintyi runsaana Suonenjoen taimitarhalla. Kirjallisuusselvityksen mukaan luteita houkuttelevia viljelykasveja ovat mm. sinimailanen, puna-apila ja peruna. Rikkakasvien ohella nämä saattaisivat olla sopivia houkutekasveja männyn taimitarhakasvustojen suojauksessa. Houkutekasveilta lude-toukat on kuitenkin tuhottava ennen niiden siirtymistä havupuiden taimille.

Aiempien tutkimusten mukaan kateharsot suojaavat männyn kylvötaimia luteilta. Jossain määrin odotettavissa olevaa ludevioitusta voitaneen alentaa ajoittamalla kylvöt vasta kesäkuun puoliväliin, jolloin parveilu on pääosin ohi. Koulituilla taimilla kateharson käyttö on liian vaivalloista, mutta jos luteita esiintyy runsaasti voidaan vioitusten määrää vähentää kemiallisella torjunnalla.

Nursery-grown bare-rooted pine seedlings produced in early 1980's were of a poor quality due to growth disturbances, and a high proportion of these seedlings had been rejected. Growth disturbed pine seedlings suffer from a loss of apical dominance, which results in increased growth of lateral buds leading to a bushy appearance of the seedlings. The feeding, at the apical meristem of pine seedlings, by the adults and nymphs of bugs from the genus *Lygus* (Heteroptera: Miridae) appeared to be the principal factor causing these symptoms in small pine seedlings. Bud disorders on pine transplants were also caused by the feeding of *Lygus* bugs and the annual variation in bug density correlated with the intensity of bud damage. This study was aimed at determining the annual abundance of *Lygus* bugs in a nursery and factors which might have promoted *Lygus*

bug acceptance of nursery grown conifers as new host plants. The factors tested were fertilization, weed density and herbicide sprayings.

The highest number of bugs was found at the beginning of the study period (1984–90). *Lygus* adults migrated from forest to nursery in May. Nymphs were observed from the beginning of July to mid-August and the adults of the second generation from the beginning of August to mid-September.

Autumn as opposed to spring transplantation resulted in the development of a higher percentage of disturbed seedlings. Extra fertilization increased the occurrence of growth disturbances in bare-rooted pine transplants but the covering of seedlings with polypropylene fiber gauze and insecticide treatments reduced the occurrence of damage.

In laboratory experiment, bugs laid more eggs on fertilized pine seedlings than non-fertilized seedlings. However, increases in fertilizer concentration did not affect egg laying. Amino acid analyses indicated that additional nitrogen fertilization can increase the levels of arginine, glutamic acid and glutamine in the stems of seedlings. Herbicide treatments, including atrazine as the active ingredient, did not have an effect on the number of eggs laid. Concentrations of total amino acids were not affected by the herbicide treatments.

Some weed species, e.g. *Senecio vulgaris*, *Stellaria media*, and *Poa annua* were clearly more attractive to ovipositing *Lygus* females than the conifer seedlings in laboratory. However, increases in weed density did not result in a decrease in the bud damage of pine seedlings in cage experiments at the nursery. The results indicated that weeds may maintain bug numbers better than conifer seedlings, and the close proximity of weeds and the conifer stocks could have lead to a migration of nymphs to the pine seedlings. To prevent feeding damage on conifer seedlings, weeds and trap crop plants must be destroyed or treated with systematic insecticides before the deposited eggs hatch. *Poa annua* was observed to be most common weed in Suonenjoki nursery.

The covering of seedbeds with polypropylene fiber gauze protects the emerging seedlings from insects. On pine transplants, chemical control of *Lygus* bugs is only required during the years, when mass outbreaks of overwintering bugs are expected.

1. JOHDANTO

11. Kasvuhäiriö metsäpuiden taimitarhoilla

Kasvuhäiriöiksi voidaan laajasti tulkittuna kutsua kaikkia normaalista kasvin kasvusta poikkeavia ilmiöitä. Suomessa kasvuhäiriöiksi alettiin 1970-luvun alkupuolella kutsua niitä turvemailla männyn pensastumiseen johtavia latvakasvaihäiriöitä, joita mm. Huikari (1974) on kuvannut myös "eskimoosis" termillä. Pensastumisena ilmeneviä apikaalidominanssin eli kärkikasvuisuuden häiriöitä on esiintynyt myös Pohjois-Suomen aurasalueilla (Tikkanen ja Raitio 1984) sekä hallanaroilla kuivilla kankailla (Raitio 1987).

Taimitarhoilla tuotetuissa taimissa kasvuhäiriöitä (Kurkela 1985) on esiintynyt 1970-luvun loppupuolelta lähtien ja ilmiö on vaivannut erityisesti mäntyä (Raitio 1983a). Näitä kasvuhäiriöitä, joille on tyypillistä taimen kärkikasvupisteen kehityksen pysähtyminen ja usean kilpalatvan muodostuminen, esiintyi myös muovihuoneissa kasvaneissa männyn-taimissa (Holopainen 1986a). Pahimmissa tapauksissa avomaakylvöksen kaikkien taimien kasvu saattoi olla häiriintynyt (Raitio 1983b). Pienten taimien pensastumisen ohella koulituissa männyntaimissa esiintyi useita erityyppisiä silmuhäiriöitä (kuva 1), jotka kehityksen myöhemmässä vaiheessa johtavat taimen pensastumiseen. Ilmiö oli erityisen voimakas kevään 1985 myyntimateriaalissa.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsänviljelyaineiston kaupasta (Suomen Asetuskokoelma 1036/1987) kieltää sellaisten männyntaimien myynnin, joissa ei ole normaalia päätesilmua tai joissa on useampi kuin yksi latvakasvain. Kasvuhäiriöistä yksistään taimitarhoilla aiheutuneet tappiot olivatkin vuosittain huomattavia (Kukkonen 1985).

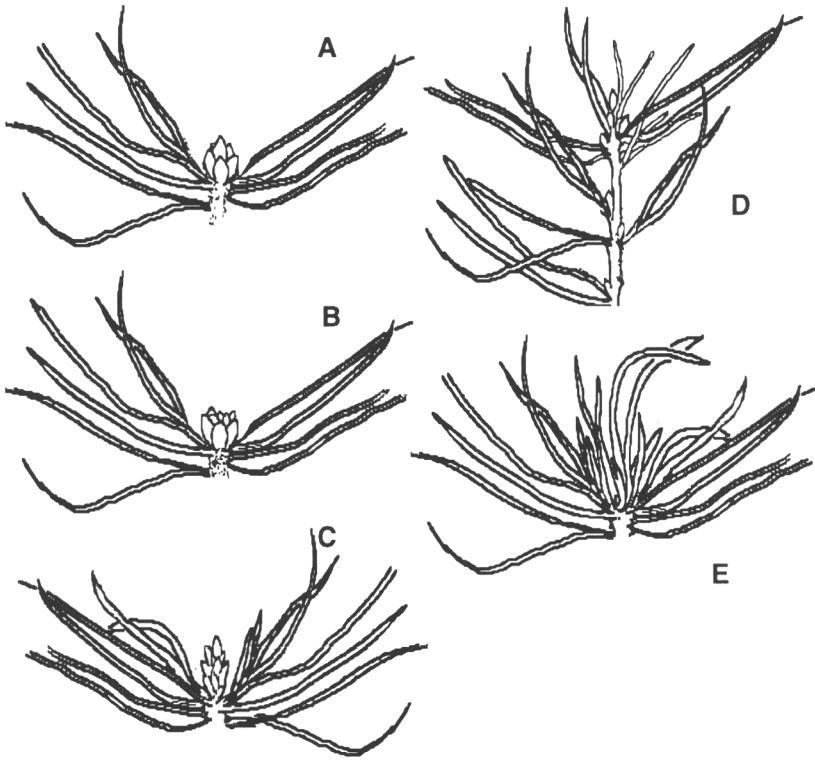
Havupuiden taimien kasvuhäiriöitä on Suomen ohella raportoitu etenkin Kanadasta ja Yhdysvalloista. Taimitarhojen ja taimitarhan eri osienkin välillä on ollut huomattavia eroja vioittuneiden taimien osuudessa (taulukko 1). Kanadan metsätaimitarhoilla on jouduttu vuosittain hylkäämään miljoonia havupuiden taimia monilatvaisuuden vuoksi. Monilatvaisuusilmiön todettiin olevan yhteydessä herbisidien käyttöön (Gross 1983). Sekä Kanadassa (Shrimpton 1985) että Yhdysvalloissa (esim. Schowalter ym. 1986, South 1986) havupuiden taimien pensastumisen aiheuttajaksi on todettu *Lygus*-suvun luteet. Suomessa *Lygus*-luteet tunnetaan parhaiten sokerijuurikkaan tuholaisina (Varis 1972), mutta nykyisin ne vioittavat myös meillä havupuiden taimia (Holopainen 1986a, Poteri 1987). Kanadassa on eri siemenalkuperien välillä todettu eroja ludevioituksissa (Schowalter ja Stein 1987). Raition (1985b) mukaan myös Suomessa esiintyi samoilla kylvölohkoilla eri siemenalkuperien välillä vaihtelua kasvuhäiriöisten taimien osuudessa.

Monilatvaisten männyntaimien ja vertailutaimien menestymisessä istutuksen jälkeen

ei järjestetyissä kokeissa ole todettu merkittäviä eroja (Kaunisto & Kinnunen 1985, Gross 1985) joskin heinittyvillä kasvupaikoilla monilatvaisten ja silmuhäiriöisten taimien eloonjääminen ja pituuskasvu on ollut heikompaa kuin vertailutaimilla (Rikala 1985). Viljelyaloilla männyntaimissa pensastumisena ilmenevää, joko taimitarhalla peräisin olevaa tai istutuksen jälkeen syntynyttä kasvuhäiriötä ei ole onnistuttu torjumaan tai korjaamaan lannoituskäsittelyillä, vaan taimiin on vähitellen kehittynyt eriasteisia runkovikoja, jotka tulevaisuudessa saattavat heikentää päätehakkuupuuston laatua (Kaunisto 1984).

Taulukko 1. Havupuiden kasvuhäiriöiden esiintyminen taimitarhoilla kirjallisuustietojen perusteella.

Puulaji	Vioittuneita	Maa	Viite
Kontortamänty	30-90 %	Englanti	Bevan 1965
Mänty	3-90 %	Tsekkosl.	Jancarik & Blattny 1966
Valkokuusi, Mustakuusi, Banksinmänty, Strobusmänty	40-60 %	Kanada	Gross 1983
Valkokuusi, Kontortamänty, Douglaskuusi	20 %	Kanada	Shrimpton 1985
Mänty	2-95 %	Suomi	Raitio 1985b
Douglaskuusi	15-62 %	USA	Overhulser ym. 1986
Loblollymänty	4-50 %	USA	South 1986
Mänty (muovihuone)	16-80 %	Suomi	Holopainen 1986a
Mänty	11-93 %	Suomi	Poteri ym. 1987
Pihtalajit	10 %	USA	Schowalter ym. 1987
Ponderosamänty	12 %	USA	"
Douglaskuusi	16 %	USA	"
Mäntylajit	17 %	USA	Bryan 1989
Mänty	1-84 %	Suomi	Holopainen ja Rikala 1990



Kuva 1. Normaalin männyntaimen latva (A), jossa dominoivan kärkisilmun ympärillä on sivusilmuja, joista seuraavalla kasvukaudella kehittyy ylin oksakiehkura. Silmuhäiriötyyppejä: silmuryhmä ilman dominoivaa päätesilmua (B), useaan pikkusilmuun hajonnut silmuryvä (C), pelkästään neulasten tyvellä olevia hankasilmuja (D), latvasta puuttuvat kaikki silmut (E).

12. Havupuiden kasvuhäiriöitä aiheuttavia tekijöitä

Halla

Hallan on havaittu aiheuttavan päätesilmun kehityksen häiriöitä (Raitio 1987, Rikala ja Repo 1987). Männyntaimien altistaminen hallalle kasvukaapissa osoitti, että alle - 4.5 °C:n lämpötilassa 1–4 yön altistus voi johtaa joidenkin taimien pensastumiseen (Holopainen 1988a). Korkeimmillaan kasvuhäiriöisten määrä oli 7 % ja silloin huomattava osa taimista kuoli tai neulasiin muodostui kuolioita eli nekroosia. Myös Rikala ja Repo (1987) havaitsivat halla-altistuksen aiheuttavan satunnaisesti kasvuhäiriöitä, mutta tavallisempi oire on näkyvät neulasvauriot. Koska taimitarhoilla kasvu-

häiriö esiintyy yleensä aina ilman neulasten ruskettumista ja kasvuhäiriöitä on tavattu myös muovihuoneissa, missä hallaa ei yleensä esiinny, voidaan olettaa hallan osuuden olevan vähämerkityksinen kasvuhäiriön synnyssä. Hallalla näyttää olevan kuitenkin taimien kasvua hidastuttava vaikutus (Holopainen 1988a), mikä johtunee yhteyttävissä viherhiukkasissa syntyneistä vaurioista (Holopainen ja Holopainen 1988).

Selvitettäessä kärkikasvupisteen mekaanisen vioittumisen ja hallan yhteisvaikutusta todettiin kasvun alenemisen olevan voimakkaampaa taimissa, jotka olivat altistuneet hallalle ennen mekaanista vioittamista kuin taimissa, joilla halla-altistus tapahtui vasta mekaanisen vioituksen jälkeen tai niitä ei altistettu lainkaan (Holopainen 1990a). Hallan aiheuttamat soluseinän muutokset (Holopainen ja Holopainen 1988) mahdollisesti voimistavat männyntaimien herkkyyttä mekaaniselle vioittumiselle.

Ravinteet

Metsässä kasvavien havupuiden kasvuhäiriöitä on osittain pystytty selittämään boorin puutoksella (Raitio 1979, Veijalainen ym. 1984, Ferm ym. 1988). Taimitarhalla kasva-neista kasvuhäiriöisistä männyntaimista boorin puutetta ei kuitenkaan ole voitu osoittaa (Raitio 1983a,b).

Raitio (1983a,b,c) otaksui taimitarhalla kasvavien mäntyjen kärsivän molybdeenin puutteesta, mikä yhdessä runsaan typpilannoituksen kanssa aiheuttaisi kärkikasvupisteen kuoleman. Runsaasti ammoniumtyyppä päästävien turkistarhojen läheisyydessä onkin männyn neulasten typpipitoisuuden todettu merkittävästi kohonneen ja puiden kärsivän voimakkaasta kärkikasvuisuuden heikkenemisestä (Ferm ym. 1988).

Yhdysvalloissa on erityisesti valkokuusella, mutta myös muilla puulajeilla esiintynyt kasvuhäiriöitä, jotka ilmenevät kasvun pysähtymisenä ensimmäisenä kasvukautena ja neulasten punertumisena. Syiksi näihin häiriöihin on todettu fosforin puute (Croghan & LaMadelaine 1982), johon liittyy myös heikko mykorritsamuodostus taimien juuristoissa (Croghan ym. 1987). Samoin kasvualustoissa, joihin on sekoitettu dolomiittikalkkia, on havaittu lukuisilla havu- ja lehtipuulajeilla taimien kasvun pysähtymistä, neulasten epämuodostumista ja ruskettumista sekä kärkikasvuisuuden katoamista ja monilatvaisuutta (Dumroese ym. 1990). Häiriöiden on epäilty aiheutuvan kasvualustan korkeasta pH:sta (6,7–6,8) ja ravinne-epätasapainosta. Kumpaankin häiriötyyppiin liittyy neulasten värimuutos, kloroottisuus, jota Suomessa ei kuitenkaan ole havaittu taimien kasvuhäiriötapauksissa.

Säteily

Jancarik ja Blattny (1966) esittivät hypoteesin gamma-säteilyn mahdollisesta osuudesta pienten männyntaimien kasvuhäiriön synnyssä tsekkoslovakialaisilla taimitarhoilla. Kanadassa todettiin männyntaimien pensastumista radioaktiivisen jätteen varastointipaikan ympäristössä (Chandorkar ja Clark 1986). Tutkijat epäilivät säteilyn häiritsevän apikaalidominanssin entsyymaattista säätelyä kasvilla. Ultraviolettisäteilyn ei kokeellisessa tutkimuksessa todettu vaikuttavan havupuiden apikaalidominanssiin, mutta säteilyllä oli kasvua alentava vaikutus (Sullivan ja Teramura 1988).

Hyönteiset, sienet ja virukset

Lygus-luteiden aikuisten ja toukkien on todettu imevän mäntyä ja aiheuttavan kasvuhäiriöitä sekä kylvötaimilla (Holopainen 1985b, Poteri ym. 1987) että isommilla taimilla (Poteri 1985). Tähän sukuun kuuluvat luteet ovat myös sokerijuurikkaan pahimpia tuohyönteisiä (Varis 1972).

Harsohäkkikokeet koulintakentällä kesällä 1986 ja 1987 Suonenjoen taimitarhalla osoittivat sekä ludetoukkien että talvehtineiden ludeaikuisten aiheuttavan samanlaisia silmuhäiriöitä, joita oli koulituilla männyntaimilla keväällä 1985 ennätyksellisen "ludekesän" 1984 jälkeen (Holopainen 1990b). Harsohäkkeihin, joihin *Lygus*-toukkia sijoitettiin heinäkuun alkupuolella, silmuhäiriöitä muodostui lähes 30 %:iin taimia ja luteilta suojattuihin taimiin vajaa 4 %. Häkeissä, joihin sijoitettiin talvehtineita ludeaikuisia (3 naarasta ja 6 koirasta) syntyi silmuhäiriöitä 13 %:iin taimia ja verrannehäkeissä vain 1 %:iin taimia. *Lygus rugulipennis* ja *L. punctatus* -luteiden imentä aiheuttaa myös kuusen taimien monilatvaisuutta ja luteet munivat sekä kuusen että männyntaimiin (Holopainen 1987b). Kuten aiemmin jo todettiin, *Lygus*-suvun luteet aiheuttavat havupuiden taimien pensastumista taimitarhoilla sekä Kanadassa (Shrimpton 1985) että USA:ssa (mm. Overhulser ym. 1986, Schowalter et al. 1987, Bryan 1989).

Aiemmin on todettu *Aulacorthum circumflexum*-kirvan voivan aiheuttaa pienten männyntaimien monilatvaisuutta kasvihuoneessa (Holopainen 1986b). Myös kasvi-huonetuholaisena tunnetun ansarijauhiaisien imentä johtaa taimien pensastumiseen (Holopainen 1988b). Erääksi kasvuhäiriön aiheuttajaksi on esitetty oksakirvojen siirtämää kasvivirusta (Holopainen ja Soikkeli 1984). Taimitarhalla kasvaneista pensastuneista männyntaimista on löydetty taipuisia potyvirusia muistuttavia hiukkasia (Soikkeli 1985), mutta syy-yhteydestä ei kuitenkaan ole saatu varmistusta. Suolla kasvaneista pensastuneista männyntaimista on eristetty versosurman aiheuttajasieni *Ascocalyx abietina* Lagerb., mutta Kurkela (1983) ei katso sen olevan kasvuhäiriön varsinainen aiheuttaja.

Vaikutusmekanismit

Lygus-suvun luteille on tyypillistä, että ne imevät kasvin kypsyviä siemeniä ja hedelmiä. Kasvullisia osia luteet käyttävät ravintonaan silloin kun ravintorikkaampia kasvinosia ei ole saatavilla. Tällöin imentä keskittyy pääasiassa kasvin kärkikasvupisteeseen, missä sivusilmujen kasvun säätely tapahtuu (Strong 1970). Kärkisilmu vaikuttaa lateraalisilmujen kasvua ehkäisevästi pääasiassa indolietikkahapon (IAA) välityksellä (Tamas 1988), mutta myös säätelemällä lateraalisilmujen vesipotentiaalia (McIntyre ja Damson 1988). Luteiden imentä apikaalimeristeemissä vaurioittaa entsyymaattisesti ja mekaanisesti IAA:n tuotosta vastaavia soluja. Apikaalinen säätely voi häiriintyä myös silloin, jos IAA:n kulkeutuminen latvaversossa sivusilmuihin estyy (Tamas 1988).

Kasvin fysiologiset toiminnot voivat häiriintyä esim. hallan, kuivuuden, ilman epäpuhtauksien ja juuristovaurioiden vuoksi. Jos apikaalimeristeemin lievistä vioittumisesta johtuvan IAA:n alentuneen tuoton lisäksi kasvi kärsii jostakin IAA:n kulkeutumista haittaavasta lisästressistä, kasvuhäiriönä ilmenevän lateraalisilmujen kasvun käynnistymisen kynnyks voi alentua. Mekaanista kärkikasvupisteen vioittumista edeltänyt halla-altistus lisäsi hieman pienten männynntaimien pensastumista (Holopainen 1989a).

13. Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää i) peltoluteen esiintymistä ja erilaisten tarkkailumenetelmien tehokkuutta ludeseurannassa taimitarhalla sekä ii) taimien kasvatusympäristöstä ja -menetelmistä, kuten rikkaruohoista, lannoituksesta ja herbisidikäsitteystä johtuvia syitä, joiden vuoksi peltolude on mahdollisesti alkanut käyttää ravintonaan taimitarhalla kasvatettavia havupuiden taimia ja siten aiheuttamaan niissä vointusoireita. Lisäksi on tutkittu iii) insektisidien vaikutusta luteiden ja kasvuhäiriöiden torjunnassa sekä iv) maakiitäjäisten merkitystä ludetoukkien saalistajina.

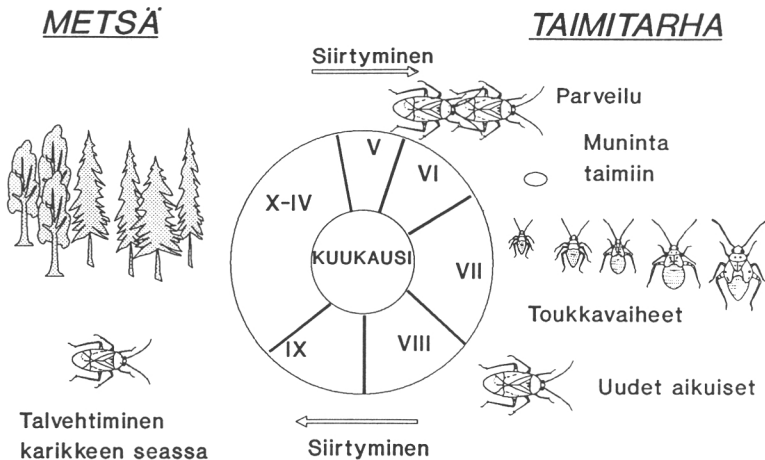
2. TAIMITARHAKOKEET

21. Luteiden elämäntieto, esiintyminen ja tarkkailumenetelmät

Elämäntieto

Aikuiset *Lygus*-luteet siirtyivät metsästä taimitarhalle toukokuussa (kuva 2) ja kasvustossa niitä esiintyi toukokuun lopulta kesäkuun lopulle (kuvat 3 ja 4). Toukka-asteita tavattiin heinäkuun alusta elokuun puoliväliin ja uuden sukupolven aikuisia elokuun alusta syyskuun puoliväliin, jolloin luteet siirtyvät talvehtimaan metsään.

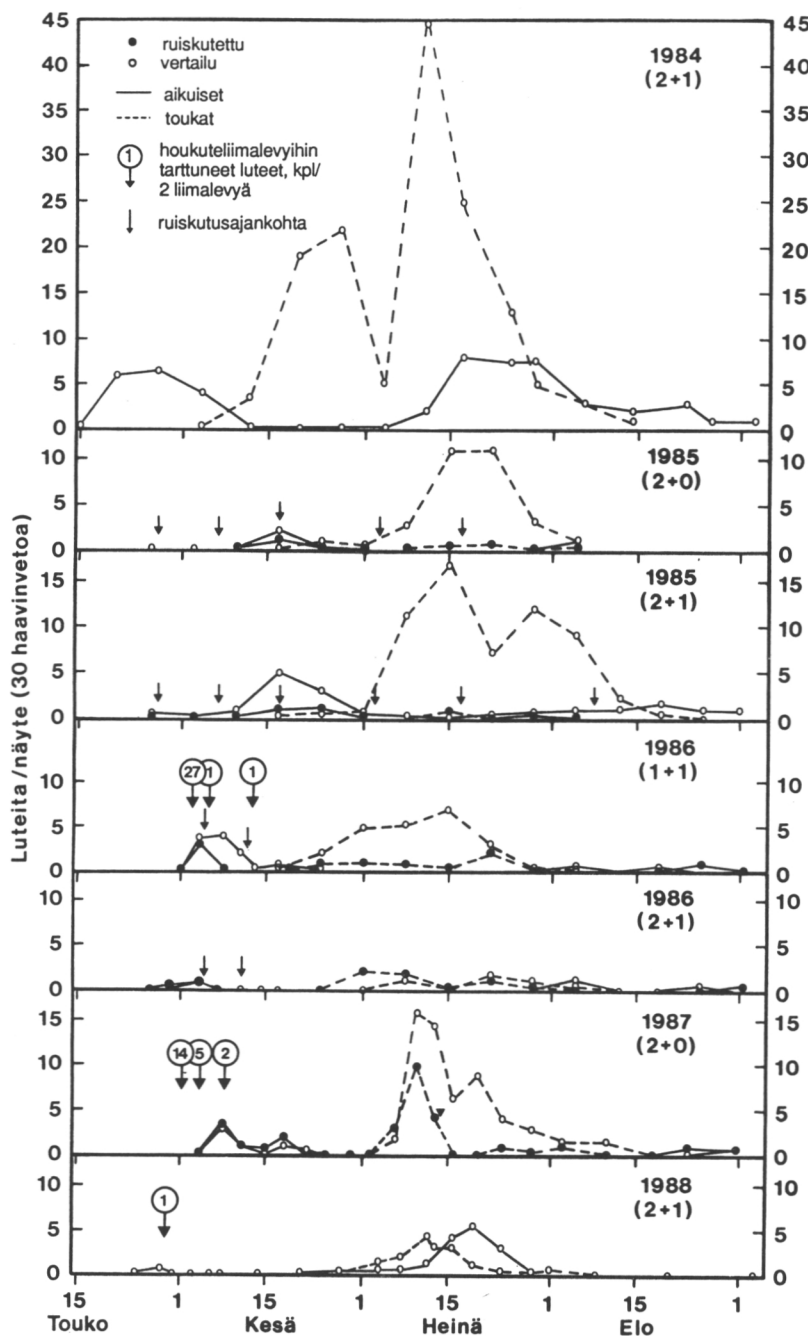
Peltoluteen parveilun alkamisen edellytyksenä kirjallisuustietojen mukaan (Hellqvist ym. 1989) on $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötila. Tutkimuskaudella 1984–1990 havaittiin ensimmäisten luteiden tulevan taimitarhalle vasta sen jälkeen, kun $+17.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ oli saavutettu vähintään yhtenä päivänä. Keskimääräinen parveilun alkamispäivä oli 26.5. ja lämpösumma 117 dd. Parveilu oli runsainta keskimäärin 5.6. lämpösumman ollessa 217 dd.



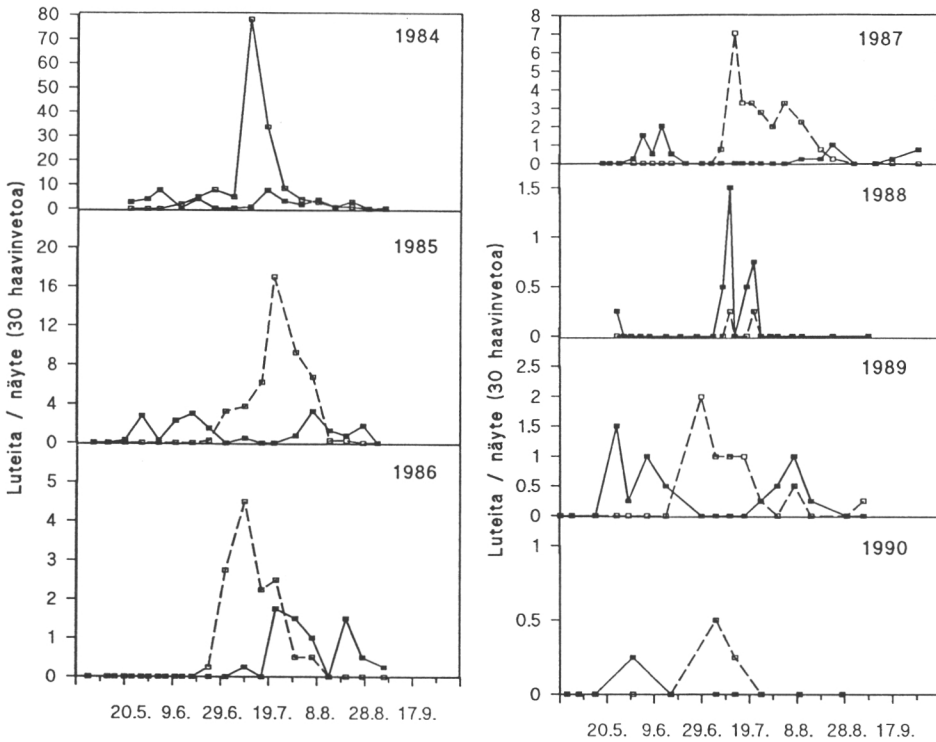
Kuva 2. Peltoluteen elämäntieto.

Esiintyminen

Peltoluteen runsauden vaihtelua taimitarhalla seurattiin haavintanäyttein mäntykasvustoissa (kuva 3) vuosina 1984–1988 (Holopainen ja Rikala 1990) ja kuusikasvustoissa (kuva 4) vuosina 1984–1990. Kasvukaudella 1984 *Lygus rugulipennis* -lajin ohella esiintyi *Lygus punctatus* -lajia varsinkin syksyllä. Tämän jälkeen *L. punctatus* -lajin osuus oli hyvin vähäinen.



Kuva 3. Haavintanäyttein todettu peltoluteen aikuisten (yhtenäinen viiva) ja toukkien (katkoviiva) esiintyminen mäntykasvustoissa Suonenjoen taimitarhalla vuosina 1984–1990 (Holopainen ja Rikala 1990) sekä houkuteliimalevyihin tarttuneet luteet vuosien 1986–1988 keräyksissä. Vuosina 1985–1987 osa kasvustoista ruiskutettiin sypermetriinillä (•) ja osa jätettiin vertailualueeksi (◦). Taimilajimerkintä osakuviissa vuosiluvun alla sulkeissa.

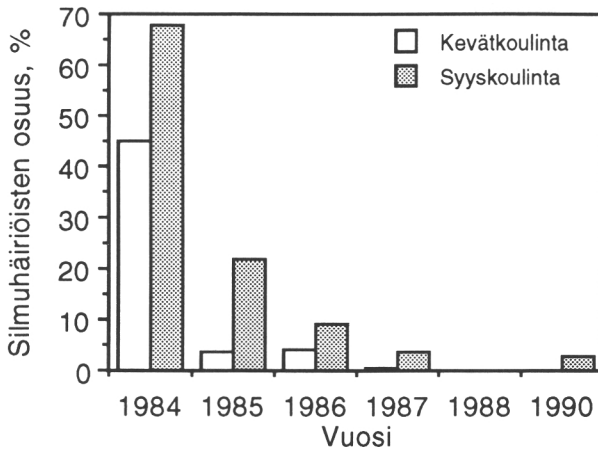


Kuva 4. Haavintanäyttein todettu peltoluteen aikuisten (yhtenäinen viiva) ja toukkien (katkoviiva) esiintyminen kuusen 2A+2A taimissa Suonenjoen taimitarhalla vuosina 1984–1990.

Sekä luteiden että silmuhäiriön esiintyminen vähenivät seurantatutkimuksen aikana vuosi vuodelta. Kuusikasvustoissa luteiden määrät olivat yleensä vähäisempiä kuin mäntykasvustoissa. Luteiden esiintymisen huippuvuotena 1984 yli puolet koulituista männyntaimista oli silmuhäiriöisiä (kuva 5). Vuonna 1988 luteita oli hyvin vähän ja silmuhäiriöisten taimien osuus jäi alle 1 %:n. Luteiden runsauden ja silmuhäiriöiden esiintymisen välillä todettiin tilastollisesti merkitsevä riippuvuus (Holopainen ja Rikala 1990).

Seurantatutkimuksen aikana taimitarhalla toteutetut insektisidikäsitteilyt (sypermetriini) vähensivät merkitsevästi luteiden määrää käsittelemättömiin alueisiin verrattuna, mutta torjunta alensi silmuhäiriön esiintymistä merkitsevästi vain vuonna 1986 (Holopainen ja Rikala 1990). Laboratoriossa sypermetriini alensi ludevioletusta pienissä männyntaimissa tehokkaammin kuin metyylioksidemetoni (Holopainen 1989b).

Taimitarhan ympäristössä suoritettu ludeseuranta osoitti pääosin kanervasta ja puolukasta koostuvassa kasvustossa esiintyvän *L. punctatus* -lajia selvästi enemmän kuin varsinaista peltoludetta, *L. rugulipennis*.



Kuva 5. Silmuhäiriön esiintyminen kevät- ja syyskoulituissa paljasjuurisissa männyn- taimissa Suonenjoen taimitarhalla vuosina 1984–90 syysinventaarien mukaan. Osuudet ovat kevät- ja syyskoulittujen taimerien taimimäärillä painotettuja keskiarvoja. Vuoden 1989 havainnot puuttuvat.

Tarkkailumenetelmät

Edellä esitetyt tulokset osoittivat, että luteiden tarkkailussa haavinta on hyvä seurantamenetelmä. Se on kuitenkin useimmiten liian suuritöinen rutiiniseurantaan. Feromonipyydyksiä *Lygus*-luteiden seurantaan ei ole käytettävissä. Elävän naaraan käyttö houkuttimena keltaisissa liimalevyissä osoittautui hyväksi tarkkailumenetelmäksi. Kahteen putkeksi taivutettuun liimalevyyn, joiden sisällä harsopussissa oli *Lygus*-naaras, saatiin runsaasti *Lygus*-luteita, mutta ilman houkutenaarasta olleisiin liimalevyihin ei luteita tarttunut seurantajaksojen aikana vuosina 1986–1988. Houkuteliimalevyillä luteiden siirtymisen ajankohta taimitarhalle pystyttiin osoittamaan yhtä tarkasti kuin haavinnoilla (kuva 3).

Kasvukausina 1987 ja 1988 luteiden siirtymistä taimitarhakasvustoon seurattiin myös telttamaisilla Malaise-pyydyksillä (Southwood 1978). Pyydykseen lentävät hyönteiset pyrkivät teltan yläosaan, josta ne ohjautuvat ainoan ulospääsyaukon edessä sijaitsevaan keräyssäiliöön. Seurannassa Malaise-pyydyksiin ei saatu yhtään *Lygus*-ludetta. Vaikka tutkimusvuosina luteiden määrät olivat jokseenkin vähäisiä haavinnoissakin, ei tulosten perusteella näitä pyydyksiä voida suositella luteiden tarkkailuun.

22. Luteiden isäntäkasvien vaikutus luteiden munintaan

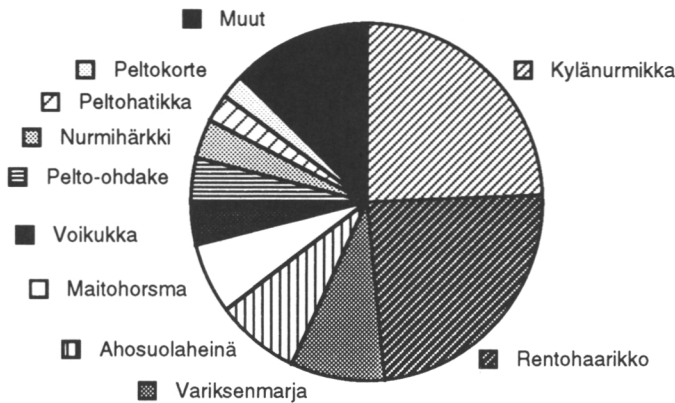
Laboratoriokokeet osoittivat että taimitarhan havupuukasvustoista kerätyt peltoludenaaraat eivät muni männyn ja kuusen taimiin mikäli tarjolla on taimitarhalla esiintyviä rikkakasveja riittävästi (Holopainen 1989a). Peltoluteen isäntäkasvivalikoima on yksi parhaiten tunnettuja. Kirjallisuusselvityksen mukaan niitä on runsaat 430, jakaantuen 57 eri kasviheimoon (Holopainen ja Varis 1991). Useimmissa tapauksissa isäntäkasvit (kasvit, joilta lude tavattu) ovat myös ravintokasveja, koska luteet harvoin laskeutuvat kasveille, jota ne eivät edes hieman maistele.

Peltovillakko, pihatähtimö ja kylänurmikka osoittautuivat selvästi mäntyä suositummiksi isäntäkasveiksi häkkikokeissa (Holopainen 1989a). Hyvin suosittuja isäntäkasveja ovat myös nokkonen ja pujo sekä viljelyskasveista mm. sinimailanen, puna-apila ja peruna (Holopainen ja Varis 1991). Rikkakasvien ohella nämä saattaisivat olla sopivia houkutekasveja männyn taimitarhakasvustojen suojauksessa.

Taimitarhalla esiintyvien luteiden mahdollisten isäntäkasvien kartoittamiseksi inventoitiin kesällä 1989 Suonenjoen ja Ruuttulan taimitarhan rikkakasvilajisto ja sen peittävyys systemaattisella ympyräkoelamenetelmällä (näyteympyrän säde 20 cm).

Suonenjoen tarhan alueelta, mukaanlukien taimikenttiä reunustavat nurmikkokaistat ja kivikkopenkereet, tavattiin 72 kasvilajia, joista 20 sammal- ja jäkälälajeja. Taimikenttien pientareilla lajisto oli myös runsas (40 lajia) ja yhteispeittävyys noin 20 %. Runsaimpina esiintyivät kylänurmikka ja rentohaarikko (kuva 6). Sen sijaan itse taimipenkeissä rikkakasvilajisto oli suppeampi (12 lajia) ja peittävyys hyvin pieni. Ruuttulan tarhalla pientareiden lajisto oli suppeampi (12 lajia), mutta niiden kokonaispeittävyys suurempi (noin 75 %) kuin Suonenjoella. Tarhoilla tavatuista yleisimmistä rikkakasveista (liite 1) kylänurmikka, ahosuolaheinä, maitohorsma ja voikukka kuuluvat peltoluteen suosimiin isäntäkasveihin. Samoin peltovillakko, jota esiintyi melko runsaasti (7 yksilöä/m²) pientareilla, vaikkakaan lajin kokonaispeittävyys ei yltänyt runsaimpien kasvilajien luokkaan.

Kasvukausina 1988 ja 1989 selvitettiin häkkikokein rikkakasvitiheyden vaikutusta luteiden munintaan ja vioitukseen koulituissa männyntaimissa Suonenjoen taimitarhalla. Luteille erityisen mielisäksi osoittautunutta peltovillakkoa (*Senecio vulgaris* L.) istutettiin männyn 2A+1A kasvustoon erilaisille tiheyksille 700 mm x 700 mm x 400 mm:n harsohäkkeihin, joihin laitettiin metsästä juuri taimitarhalle siirtyneitä parveiluaan aloittavia peltoluteita munimaan kahdeksi viikoksi. Munintajakson jälkeen aikuiset luteet ja peltovillakot poistettiin häkeistä. Peltovillakoista munien määrät laskettiin mikroskoopin avulla. Männyntaimista munien määrä laskettiin imuroimalla munista kuoriutuvat ludetoukat kaksi kertaa viikossa. Imuroinnin jälkeen männyntaimet suojattiin luteilta kasvukauden loppuun, jolloin niiden kasvu mitattiin ja päätesilmun kunto arvioitiin.



Kuva 6. Suonenjoen taimitarhalla kasvatuslohkojen pientareilla kesällä 1989 esiintyneiden kasvilajien suhteellinen osuus kokonaispeittävydestä (20 %). Osuudet ovat 5.–9.6. ja 1.–7.8. suoritettujen kasvipeiteanalyysien keskiarvoja. Jäkälää ja sammalia ei ole huomioitu.

Rikkakasvitiheyden vaihtelu ei vaikuttanut merkitsevästi munintaan eikä silmuhäiriön esiintymiseen männynssä (taulukko 2). Kuitenkin suurimmalla rikkakasvitiheydellä (24 kpl/m²) häkkiin munittu munamäärä oli suurin. Etenkin vuonna 1989 luteet munivat runsaasti peltovillakkoon ja kokeen päättyessä luteita oli eniten elossa näissä häkeissä. Peltovillakon runsastuminen ei kuitenkaan vähentänyt munintaa männylle. Silmuhäiriöiden esiintyminen myös häkeissä, joihin luteita ei sijoitettu, voi olla osoitus muiden tekijöiden kuin luteiden aiheuttamista kasvuhäiriöistä.

23. Harsokatteen, lannoituksen ja torjunta-aineruiskutuksen vaikutus koulittujen männyntaimien silmuhäiriöihin

Koejärjestely

Harsokatteen, torjunta-aineruiskutuksen ja lannoituksen vaikutusta taimien kasvuhäiriöihin tutkittiin taimitarhalla kesällä 1985. Männyn 2Ax1A (koulittu 24.7. – 10.8. 1984) taimilohko (50 m x 200 m), jossa kasvualustana oli runsasmultaista hienoa hiekkaa, jaettiin pituussuunnassa kahteen osaan. Toinen puoli ruiskutettiin noin puolentoista viikon välein toukokuun lopusta elokuun alkupuolelle yhteensä 6 kertaa sypermetriinillä (Ripcord, 0,5 l/ha 0,125 % vesiliuoksena). Sekä ruiskutetulla että

vertailualueella koulintapenkki peitettiin kolmesta kohtaa 5 metrin matkalla Agryl P17-harsolla, joka oli kohotettu rimojen varaan 25 cm:n korkeudelle.

Taulukko 2. Peltoluteen männyn ja peltovillakon taimiin munimien munien määrä eri rikkakasvitiheyksillä 1988 ja 1989. Vuonna 1988 kaikkiin häkkeihin sijoitettiin 1 koiras- ja 3 naaras-peltoludetta ja vuonna 1989 verrannetta lukuunottamatta 3 koiras- ja 3 naaras-peltoludetta. Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu varianssianalyysillä. Lukumäärät logaritimuunnettu ja %-luvut arcsin-muunnettu ennen testausta.

Peltovillakko	Toistoja	Mänty	Peltovillakko	Kasvuhäiriöisiä männyntaimia
kpl/häkki	kpl	munia, kpl/häkki		%
Koe 1988				
0	4	6,8	0	25,5
3	4	7,0	1,0	24,1
6	3	7,3	2,5	16,5
12	3	12,3	1,5	17,4
p		0,528		0,663
Koe 1989				
0 *)	4	0	0	5,8
0	4	5,3	0	17,6
6	4	7,5	5,3	10,0
12	4	7,0	36,5	5,4
p		0,298		0,446

*) verrannehäkeissä ei luteita

Harsot levitettiin 24.5. ja poistettiin pareittain 19.7., 30.7. ja 6.8. Harsolla katettujen koealojen vierestä merkittiin neljä samankokoista koealaa, joista yksi jätettiin vertailukoelaksi ja kolmelle muulle koealalle annettiin ylimääräinen lannoitus taimitarhan normaalin lannoituksen lisäksi. Sekä ruiskutetulla että vertailualueella oli siis kolmesti toistettuna seuraavat käsittelyt: 1. Vertailu, 2. Harso, 3. Tuhka 1000 kg/ha, 4. Oulunsalpietari 300 kg/ha ja 5. Kaliumsulfaatti 300 kg/ha. Kokeissa käytettyjen lannoitteiden ravinnepitoisuudet on esitetty liitteessä 2.

Koko taimilohkolle annettiin normaalilannoituksena kolme kertaa oulunsalpietaria ja kloorivapaata Y-lannosta. Kumpaakin lannoitetta annettiin 100 kg/ha/kerta. Harsoilla peitetyt koealat saivat todennäköisesti vähemmän lannoitetta kuin muut koealat koska harsoa ei poistettu lannoituksen ajaksi. Taimilohkolta otettiin koevuonna 1985 neljä kertaa (ei koealoilta) 20 osanäytteestä koostettua maanäytettä. Liukoisen typen pitoisuus oli korkeimmillaan (41 mg/l) heinäkuun alussa ja helppoliukoinen fosfori vaihteli 30–45 mg/l sekä vaihtuva kaliumi 35–55 mg/l. Syyskuun lopussa otettiin yksi 30 osanäytteestä koostettu neulasnäyte, joka analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Neulasten ravinnepitoisuudet (g/kg) olivat: N 15,5, P 2,0, K 7,6, Ca 2,8 ja Mg 1,3.

Rikkaruohot torjuttiin kahdella heksatsinoni (Velpar 3,0 l/ha)- ja yhdellä atratsiini (Gesaprim 3,0 kg/ha)-ruiskutuksella. Sienitauteja vastaan ruiskutettiin vuorokerroin Manebaa ja Lonacolia 17.6. alkaen kahden viikon välein yhteensä 6 kertaa (3,0 kg/ha/kerta).

Syksyllä 1985 jokaiselta koealalta mitattiin määrävälein valitusta 60 taimesta pituus, pituuskasvu sekä luokiteltiin silmuhäiriöt. Silmut luokiteltiin neljään luokkaan:

1 - normaalisilmuiset, 2 - ei selvää, dominoivaa päätesilmua, 3 - päätesilmu jakautunut kärjestä silmurykelmäksi, 4 - ei päätesilmuja lainkaan. Lisäksi taimitarhan normaalin syysinventoinnin yhteydessä laskettiin 155:ltä systemaattisesti 40 m:n välein valitulta 1 penkkimetrin koealalta silmuhäiriöisten taimien osuus.

Tulokset

Sypermetriinillä ruiskutetulla lohkolla oli koealoilla hieman vähemmän (26 %) silmuiltaan häiriintyneitä taimia kuin vertailulohkolla (33 %). Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Lähes kaikki (93 %) silmuhäiriöt kuuluivat luokkaan 'silmuryhmässä ei selvästi dominoivaa päätesilmua'. Myöskään taimitarhan syysinventoinnissa ei ruiskutusten havaittu vaikuttaneen silmuhäiriöiden määrään, joskin silmuhäiriöisiksi luokiteltuja taimia oli huomattavasti vähemmän (6 %).

Koska ruiskutuksella eikä harson poistoajankohdalla ollut vaikutusta taimien laatuun, käytettiin näitä käsittelyjä harso- sekä lannoituskäsittelyjen vaikutuksia tutkittaessa toistoina aineistosta, joka siten muodostui viidestä käsittelystä ja kuudesta toistosta.

Ei harsolla eikä lisälannoituksilla ollut merkitsevää vaikutusta taimien pituus- ja kasvutunnuksiin, joskin harson alla kasvaneiden taimien neulaset olivat keskimäärin hieman lyhyemmät kuin muissa käsittelyissä (taulukko 3). Sen sijaan taimien silmujen häiriöisyydessä oli selviä eroja. Ylimääräisellä typellä sekä kaliumilla lannoitetuissa taimissa esiintyi eniten silmuhäiriöitä. Määrät poikkesivat merkitsevästi harson alla kasvatettujen taimien silmuhäiriöisyydestä, mutta eivät vertailusta eivätkä tuhkalannoitus-käsittelystä.

Ilmeisesti vain osa silmuhäiriöistä oli luteiden aiheuttamia ja suurempi osa ravinteiden aiheuttamaa apikaalidominanssin heikentymistä, joka ilmeni selvän, dominoivan päätesilmun puuttumisena. Harson alla kasvaneet taimet olivat ilmeisesti saaneet vähemmän ravinteita, mitä ilmensi myös neulasten lyhyys ja värin vaaleus. Sinänsä kasvualustan ja taimien neulasten ravinnepitoisuus ei vertailualueella kohonnut kovinkaan korkeaksi vaan noudatteli annettuja suositusarvoja (Viljavuustutkimuksen...1988). Toinen silmuhäiriöitä lisäävä tekijä voi olla koulinta-ajankohta, joka on saattanut häiritä taimien luontaista kasvuvyrtmiä ja häiritä suoranaisesti silmujen kehitystä tai altistaa ne luteiden imennälle.

Taulukko 3. Harson ja eri lannoitusten vaikutus männyn 2Ax1A-taimien morfologisiin tunnuksiin sekä silmuhäiriöisyyteen vuoden 1985 kokeessa. Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu varianssianalyysillä ja Tukeyn testillä. Prosenttiarvot arcsin-muunnettu testiä varten.

Käsittely	Pituus	Kasvu	Neulasten pituus	Silmuhäiriöisyys
		mm		%
Vertailu	121a ¹⁾	68a	68a	27ab
Harso	126a	73a	59a	14a
Tuhka	135a	69a	67a	26ab
Oulunsalpietari	124a	66a	67a	43bc
Kaliumsulfaatti	132a	66a	63a	37bc
p	0,367	0,461	0,071	0,003

¹⁾ sama kirjain osoittaa, että keskiarvot eivät poikkea toisistaan merkitsevästi ($p < 0,05$)

Loppukesän koulunnoissa on yleensä havaittu enemmän sekä silmuhäiriöitä että jälkikasvuisuutta kuin kevätkoulunnoissa (kuva 5). Avoimeksi jäi myös runsaan ludekesän 1984 mahdollinen vaikutus. On arveltu, että loppukesällä tapahtuneet ludevioitukset saattaisivat näkyä häiriönä vasta seuraavan vuoden silmussa (M. Kytö, suull.).

24. Lisätyppilannoituksen ja koulinta-ajankohdan vaikutus silmuhäiriöiden esiintymiseen ja luteiden kasvuun

Koejärjestely

Vuoden 1987 koe: Keväällä 1987 perustettiin lannoituskoe männyn koulinta-alalle (2A-taimet koulittu 17.7.1986), jossa kasvualustana oli runsasmultaista karkeaa hietaa. Normaaliin kasvatusohjelmaan kuuluvana toimenpiteenä koko taimilohkolle levitettiin 15.5. oulunsalpietaria 100 kg/ha ja 1.6. puutarhan Y 3-lannosta 250 kg/ha (lannoitteiden ravinnepitoisuudet liitteessä 2). Lannoituskoetta varten kasvatuslohkolta valittiin yksi taimipenkki (leveys 1,3 m), josta erotettiin 8 perättäistä 5 metrin mittaista koealaa. Joka toinen koeala jätettiin vertailukoealaksi ja joka toiselle annettiin lisälannoituksena kaksi kertaa (2.6. ja 20.7.1987) oulunsalpietaria 150 kg/ha. Elokuussa 1987 määritettiin koealoittain koostetuista maanäytteistä happamuus, johtoluku, liukoinen tyyppi, helpoliukoinen fosfori ja vaihtuvat kalium, kalsium ja magnesium. Aminohappoanalyysiä varten kerättiin jokaiselta koealalta viiden taimen (uusien versojen rangat) kokoomanäytteet 4.8.1987. Näytteet homogenisoitiin, puhdistettiin ja pakastettiin myöhempää automaattisella aminohappoanalysaattorilla suoritettua analysointia varten.

Sekä normaalilannoituksen että lisälannoituksen saaneille koealoille sijoitettiin taimiin (8 tainta/koeala) punnittuja 3- tai 4-asteen ludetoukkia (1 toukka/taimi) harsopussien sisään 4.8.1987. Kummastakin käsittelystä otettiin 12 toukkaa uudelleen punnittaviksi 7 ja 14 vrk:n kuluttua kokeen alusta. Lokakuussa 1987 mitattiin harsopussitaimien pituus, pituuskasvu kuluneena kesänä ja kahden neulasen pituus uuden kasvaimen puolesta välistä. Lisäksi merkittiin muistiin häiriöt silmuissa ja neulasissa.

Vuoden 1988 koe: Kesällä 1988 toteutetussa lannoituskokeessa selvitettiin myös koulinta-ajankohdan vaikutusta männyn silmuhäiriöiden esiintymiseen. Syyskoulitulla (koulinta-aika 22.7. 1987) ja kevätkoulitulla (23.5.1988) taimilohkolla, jossa kasvu-alustana oli runsasmultaista hienoa hiekkaa, taimimateriaali oli samasta kasvatuserästä ja alkuperästä (P-S Leppävirta, T10-84-2). Erät poikkesivat siis vain koulinta-ajankohdan ja siitä johtuneen peruslannoituksen erilaisuuden vuoksi. Peruslannoituksena käytettiin syyskoulinnassa 100 kg/ha ja kevätkoulinnassa 200 kg/ha puutarhan Y2-lannosta. Kasvatuslannoituksena annettiin oulunsalpietaria (100 kg/ha) ja puutarhan Y1-lannosta (100 kg/ha) molemmille koulintaerille (lannoitteiden ravinnepitoisuudet liitteessä 2).

Lannoituskoe perustettiin kahteen syyskoulittuun ja kahteen kevätkoulittuun taimipenkkiin (4 6 taimiriviä). Taimipenkkeihin merkittiin kahdeksan 3 m:n pituista ja penkin levyistä (1,3 m) koealaa. Koealoista joka toinen (4 kpl) lannoitettiin 17.6. ylimääräisellä oulunsalpietarilannoituksella (200 kg/ha) joka toisen (4 kpl) ollessa verranteena. Koealojen väleihin jätettiin 1,5 m:n vaippa-alueet. Koealoilta 13.7. otetuista maanäytteistä analysoitiin ravinnepitoisuudet ja taiminäytteiden uusien kasvaimien rangasta aminohappopitoisuudet kuten vuoden 1987 kokeessa ja neulasista ravinnepitoisuudet. Syyskuussa jokaisesta alalta mitattiin 60 määrävälein valitusta taimesta samat tunnuksat kuin vuoden 1987 kokeessa ja lisäksi jälkikasvun pituus.

Tulokset

Vuoden 1987 koe: Kasvualustan typpipitoisuus kasvoi kaksinkertaiseksi, mutta kaliumpitoisuus laski hieman lisälannoituskoealoilla (taulukko 4). Lisälannoitus ei vaikuttanut taimien pituuteen eikä pituuskasvuun, mutta se lisäsi neulasten pituutta ja useiden vapaiden aminohappojen pitoisuuksia. Voimakkaimmin lisääntyivät glutamiinihapon, glutamiinin, alaniinin, ammoniumyhdisteiden ja arginiinin pitoisuudet. Pietiläisen ja Lähdesmäen (1986) selvityksessä alaniinia lukuunottamatta samat yhdisteet lisääntyivät voimakkaimmin elokuussa lisälannoituksen (N-P-K) saaneiden nuorten mäntyjen versoissa. Heidän mukaansa nämä yhdisteet ovat myös tärkeimpiä liukoisen typen varastoyhdisteitä. Näiden yhdisteiden on myös havaittu vaikuttavan imeväsuisten hyönteisten menestymiseen kasveilla (Bolsinger & Fluckiger 1989). Silmu- tai neulashäiriöitä

ei kuitenkaan esiintynyt kummassakaan käsittelyryhmässä. Elokuun alussa luteet eivät siis aiheuttaneet näkyviä vioituksia taimiin ainakaan kokeesänä.

Ludetoukista kuoli normaalisti lannoitetuilla männyntaimilla 17 % yhden ja 58 % kahden viikon kuluessa kokeen alkamisesta. Lisälannoituksen saaneilla taimilla vastaavat luvut olivat 8 % ja 50 %. Painonlisäys määritettiin elävistä ludetoukista. Ensimmäisen koeviikon jälkeen painonlisäys oli normaalisti lannoitetuilla taimilla 17 % ja lisälannoituksen saaneilla taimilla vain 8 %. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($t = 0,87$, $p = 0,397$). Kaksi viikkoa taimilla eläneillä luteilla vastaavat luvut olivat 15 % ja 33 %. Tällöinkään ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($t = 0,78$, $p = 0,456$). Tulokset osoittivat, että koulituilla männyntaimilla peltoluteen toukkien kuolleisuus on melko suuri. Tämän vuoksi lannoituksen vaikutusta taimien sopivuuteen ludetoukkien ravintokasviksi on varsin vaikea arvioida.

Taulukko 4. Kasvualustan liukoisien typen ja vaihtuvan kaliumin pitoisuus (4.8.1987), taimien pituus, pituuskasvu ja neulasten pituus vuoden 1987 lannoituskokeessa. Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu t -testillä.

Käsittely	Kasvualustan		Pituus	Kasvu	Neulasten pituus
	liuk. N	vaiht. K			
	mg/l			mm	
Normaali lannoitus	20	44	159	75	53
Ylimäär. lannoitus	42	38	158	74	58
p	0,037	0,017	0,670	0,782	0,081

Vuoden 1988 koe: Kasvualustan liukoisien typen pitoisuus oli merkitsevästi korkeampi lisälannoituksen saaneilla koealoilla kuin vertailukoealoilla, mutta se ei vaikuttanut merkitsevästi taimien ravinnepitoisuuksiin (taulukko 5). Syyskoulituilla koealoilla oli kasvualustan ravinnepitoisuus hieman korkeampi kuin kevätkoulituilla koealoilla mikä näkyi myös taimien ravinnepitoisuudessa. Myös aminohappopitoisuuksiin koulinta-ajan-kohta vaikutti lannoitusta voimakkaammin. Lisälannoitus ei vaikuttanut merkitsevästi jälkikasvujen eikä silmuhäiriöiden esiintymiseen taimissa (taulukko 6).

Syyskoulituissa taimissa oli jälkikasvuisuutta selvästi enemmän kuin kevätkoulituissa taimissa. Normaalikasvuissa taimissa ei kevät- ja syyskoulittujen taimien välillä ollut silmuhäiriöiden osuudessa eroja. Silmuhäiriöiden suuri osuus verrattuna vastaavan vuoden taimi-inventaarin tulokseen (kuva 5) johtuu kokeessa käytetystä tiukasta luokittelusta. Valtaosa häiriöistä kuului ryhmään selvän, dominoivan päätesilmun puuttuminen (tyyppi B kuvassa 1), mitä käytännössä usein ei katsota hylkäämisperusteeksi. Selvien silmuhäiriöiden (tyypit C-E kuvassa 1) osuus jäi sekä kevät- (1,9 %) että syyskoulituissa taimissa alhaiseksi (3,6 %).

Taulukko 5. Kasvualustan liukoisen typen, helppoliukoisen fosforin ja vaihtuvan kaliumin pitoisuudet sekä männyntaimien latvakerkän neulasten typen, fosforin ja kaliumin kokonaispitoisuudet käsittelyittäin vuoden 1988 kokeessa (näytteenotto 13.7.). Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu kaksisuuntaisella varianssianalyysillä.

Käsittely	Kasvualusta			Neulaset		
	Typpi	Fosfori	Kalium	Typpi	Fosfori	Kalium
		mg/l			g/kg	
<i>Kevätkoulinta</i>						
Normaali lannoitus	28	31	40	16,6	2,12	10,3
Ylimäär. lannoitus	55	31	40	15,9	2,00	10,4
<i>Syyskoulinta</i>						
Normaali lannoitus	36	33	47	19,0	2,10	9,0
Ylimäär. lannoitus	66	33	45	19,8	2,13	9,7
Pkoul.	0,231	0,244	0,160	0,004	0,746	0,223
Plann.	0,003	0,843	0,778	0,645	0,746	0,650
Pkoul. x lann.	0,932	0,918	0,778	0,425	0,628	0,700

Taulukko 6. Männyn taimien pituus ja kasvu sekä jälkikasvuisten ja silmuhäiriöisten taimien osuus käsittelyittäin vuoden 1988 kokeessa. Silmuhäiriöisten osuus laskettu normaaleista (ei jälkikasvuista) taimista jälkikasvuisten taimien silmujen luokitusvaikeuksien vuoksi. Jälkikasvu- ja silmuhäiriöosuudet arcsin-muunnettu ennen testiä. Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu kaksisuuntaisella varianssianalyysillä.

Käsittely	Pituus	Kasvu	Jälkikas- vuiset	Silmu- häiriöiset
	mm			%
<i>Kevätkoulinta</i>				
Normaali lannoitus	10,7	3,4	25	32
Ylimäär. lannoitus	10,5	3,5	22	38
<i>Syyskoulinta</i>				
Normaali lannoitus	11,5	5,2	67	37
Ylimäär. lannoitus	11,6	5,6	65	36
Pkoul.	0,001	<0,001	<0,001	0,793
Plann.	0,913	0,149	0,564	0,735
Pkoul. x lann.	0,452	0,479	0,820	0,590

3. LABORATORIOKOKKEET

31. Lannoituksen vaikutus peltoluteen munintaan männylle

Peltoluteen toukat elävät kehityksensä alkupäivinä kasvissa, jossa ne ovat kehittyneet munasta. Luteiden muninta onkin hyvä taimien vioittumista kuvaava tunnus, koska useimmiten taimessa on enemmän kuin yksi muna ja munasta kehittyvän toukan vioituksen lisäksi myös muniva naaras aiheuttaa voimakasta vioitusta.

Lisälannoituksen vaikutusta peltoluteen munintaan ja imentävioitukseen tutkittiin kahdessa kokeessa. Ensimmäisessä kokeessa, vuonna 1987, männyn siemeniä kylvettiin turvepotteihin peruslannoitettuun kasvuturpeeseen (PP6, Satoturve Oy). Neljän viikon ikäisenä taimet jaettiin kahteen ryhmään, joista toista kasteltiin pelkällä vedellä ja toista kerran viikossa 0,2 % Superex-9 liuoslannoitteella (lannoitteiden ravinnepitoisuudet liitteessä 2). 12 viikon ikäisinä sekä lannoitettuja että lannoittamattomia taimia istutettiin paakkuineen 18 litran muovilaatikoihin (n=3) peruslannoitettuun kasvuturpeeseen vuorottaiseen järjestykseen (10 tainta /käsittely /laatikko). Taimilaatikat katettiin harsolla ja jokaiseen laatikkoon sijoitettiin taimitarhakasvustoista kerätty 3 naaras- ja 3 koiras-peltoludetta. Munintakokeen aikana taimia kasteltiin pelkällä vedellä.

Toisessa kokeessa, vuonna 1990, käytettiin taimien kasvualustana lannoittamatonta ja kalkittua (3 kg/m^3) kasvuturvetta. Lannoitus aloitettiin 3 viikon kuluttua kylvöstä ja annettiin Superex-6-liuoslannoituksena kolmena eri tasona: 0,1 % liuos kerran viikossa, 0,2 % liuos kerran viikossa ja 0,2 % liuos 2 kertaa viikossa kaikkiaan 7 viikon ajan. Lisäksi kaikkia taimia kasteltiin kaksi kertaa viikossa vedellä. Erilaisen lannoituksen saaneet taimet (7 tainta/käsittely/laatikko) istutettiin samoihin laatikoihin (n=6) vuorotellen. Laatikat katettiin harsoilla, joiden alle jokaiseen laatikkoon sijoitettiin 3 naaras- ja 3 koirasludetta samoin kuin vuoden 1987 kokeessa. Taimet kasteltiin munintakokeen aikana pelkällä vedellä. Molemmissa kokeissa 18 vuorokautta kestäneen munintajakson jälkeen luteet poistettiin ja taimista löytyneet imentälaikut ja munat laskettiin stereomikroskoopin avulla. Taimien version pituus mitattiin ja päätesilmun kunto tarkastettiin. Aminohappoanalyysejä varten lannoituskokeiden taimista kerättiin uusimmat kasvaimet viikon kuluttua munintakokeen alkamisesta.

Vuoden 1987 kokeessa luteet munivat hieman enemmän peruslannoituksen + kastelulannoituksen saaneisiin männyntaimiin kuin ainoastaan peruslannoituksen saaneisiin taimiin (taulukko 7). Ei-parametrisellä Mann-Whitney U testillä ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Myöskään imentälaikkujen määrä, taimien version pituus, kasvupistevioitukset tai aminohappopitoisuudet eivät poikenneet käsittelyjen välillä. Tulokset olivat samanlaisia vuoden 1990 kokeessa. Kastelulannoitus ei vaikuttanut

Taulukko 7. Peltoluteen munien ja imentälaikkujen esiintyminen sekä taimien version pituus ja vioittuneiden taimien osuus eri tavoin lannoitetuissa männyntaimissa vuosien 1987 ja 1990 laboratorikokeissa. Lannoitteena käytettiin Superex-6 liuosta. Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu t-testillä (1987) tai varianssianalyysillä (1990). Ennen varianssianalyysiä lukumäärähavainnoille tehty log+1-muunnos.

Käsittely	Munia	Imentälaikkuja	Verson pituus	Vioittuneita
	kpl /taimi		mm	%
<i>Koe 1987</i>				
Vesikastelu	2,7	3,0	57	63
0,2% 1 kerta/vko	4,3	2,8	54	47
p	0,036	0,860	0,493	0,446
<i>Koe 1990</i>				
0,1% 1 kerta/vko	1,17	6,2	39	69
0,2% 1 kerta/vko	0,55	7,8	38	81
0,2% 2 kertaa/vko	0,54	5,5	36	69
p	0,499	0,231	0,100	0,564

32. Herbisidikäsitteilyn vaikutus peltoluteen munintaan männylle

Taimitarhalla yleisesti käytetyn herbisidin, atratsiinin, vaikutusta peltoluteen munintaan selvitettiin kolmessa erillisessä kokeessa. Vuosien 1988 ja 1989 kokeissa vuoden vanhat männyn paakkutaimet (1Mk) ruiskutettiin 0,4 %:lla Gesaprim 50-liuoksella (100 ml/m²), joka vastasi tehoaineena (50 % atratsiinia) 2 kg/ha. Vuoden 1990 kokeessa oli edellisten lisäksi käsittely, jossa taimet ruiskutettiin 0,8 %:lla Gesaprim 50-liuoksella, joka vastasi 4 kg/ha atratsiiniannosta. Verrannetaimet ruiskutettiin kaikissa kokeissa Gesaprim-ruiskutusta vastaavalla vesimäärällä. Eri tavoin käsitellyt taimet (10 kpl/käsittely (1988 ja 1989) tai 7 kpl/käsittely (1990)) istutettiin kasvuturpeeseen (PP6, Satoturve Oy) (1988) tai kasvuturpeen ja hiekan (1:1) seokseen (1989 ja 1990) 18 litran muovilaatikoihin. Kuhunkin laatikkoon suljettiin harson alle 4 naaras- ja 2 koirasludetta (1988 ja 1989) tai 4 naaras- ja 4 koirasludetta (1990) 20 vuorokauden (1988 ja 1990) tai 16 vuorokauden (1989) ajaksi. Luteet oli kerätty taimitarhalta mänty ja koivukasvustoista. Koe tehtiin kuutena kerranteena.

Atratsiinikäsitteily ei minään vuonna vaikuttanut taimiin munittujen munien määrään, imentälaikkujen määrään eikä kasvupistevioituksen esiintymiseen (taulukko 8). Vain vuoden 1990 kokeessa atratsiinikäsitteilyt vähensivät hieman taimien version pituutta. Myöskään aminohappojen pitoisuuksiin ei atratsiinilla näyttänyt olevan selvää vaikutusta.

Taulukko 8. Peltoluteen munien ja imentälaikkujen määrä atratsiinilla käsitellyissä männyntaimissa sekä taimien verson pituus ja kasvupisteestään voittuneiden taimien osuus atratsiinikokeissa vuosina 1988, 1989 ja 1990. Toistojen lukumäärä oli kaikissa kokeissa 6. Keskiarvoerojen merkitsevyydet (p) testattu t-testillä (1988, 1989) tai vari-anssianalyysillä (1990).

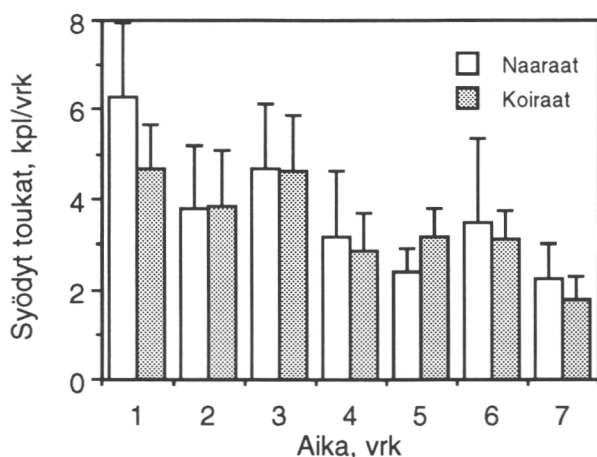
Käsittely	Munia	Imentälaikkuja	Verson pituus	Vioittuneita
	kpl/taimi		mm	%
<i>1988 koe</i>				
Verranne	1,6	8,9	124	ei määritetty
Atratsiini 2 kg/ha	2,3	8,8	130	ei määritetty
p	0,168	0,969	0,259	
<i>1989 koe</i>				
Verranne	1,1	5,9	108	20
Atratsiini 2 kg/ha	1,4	6,9	100	35
p	0,421	0,446	0,488	0,321
<i>1990 koe</i>				
Verranne	1,5	18,6	116a ¹	14,3
Atratsiini 2 kg/ha	0,9	11,8	103b	9,5
Atratsiini 4 kg/ha	1,0	13,7	106b	14,3
p	0,459	0,064	0,047	0,809

¹ Sama kirjain keskiarvojen jäljessä osoittaa, että keskiarvot eivät poikkea merkitsevästi ($p < 0,05$) toisistaan (Tukeyn monivertailutesti)

33. Ludetoukkien viholliset ja insektisidien vaikutukset niihin

Luontaisten vihollisten merkitystä ludetoukkien saalistajina selvitettiin alustavasti. *Amara plebeja*-maakiitäjäisen todettiin syövän keskimäärin 3,5 *Lygus*-toukkaa/vrk viikossa petrimaljakokeessa, jossa saalistoukkia lisättiin maljoihin päivittäin (kuva 7). Tämä maakiitäjäinen on varsin yleinen taimitarhalla ja koska se kiipeilee männyntaimissa, sillä saattaa olla merkitystä ludetoukkien runsauden säätelijänä. *Amara*-suvun maakiitäjäiset ovat myös siemensyöjiä (Holopainen 1987c), joten ne mahdollisesti voivat aiheuttaa tuhoja kylvöaloilla.

Sekä laboratorio- että taimitarha-aineisto osoitti, että luteiden torjuntaan käytetyistä insektisideistä lindaani ja sypermetriini olivat maakiitäjäisille selvästi haitallisempia kuin metyylioksidemetoni (Holopainen 1987a). Vielä julkaisemattomat purkkipyydystulokset osoittivat tuhohyönteisten torjunta-aineiden alentavan useiden maaperäeläinryhmien aktiivisuutta taimitarhamaassa. Esim. hämähäkkien ja lyhytsiipiskovakuoriaisten merkitys peltoludetoukkien saalistajina vaatii kuitenkin vielä selvitystä.



Kuva 7. *Amara plebeja*-maakiitäjäisen naaraan (n=5) ja koiraan (n=11) vuorokaudessa saalistamien peltoludetoukkien määrät (keskiarvo $\pm$ 95%:n luotettavuusväli) viikon kuluessa.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimukset eivät antaneet yksiselitteisesti vastausta kysymykseen, miksi peltolude vioittaa taimitarhoilla männyntaimia. Toisaalta taimitarhalla toteutetut kenttäkokeet sekä tarhan taimi-inventaariot viittasivat siihen, että koulinta-ajankohdalla ja lannoituksen määrällä saattaa olla merkitystä kasvuhäiriöiden synnyssä. Typpilannoitus lisäsi koulitujen männyntaimien silmuhäiriöitä etenkin vuonna 1985, jolloin luteita esiintyi taimitarhalla kohtalaisen runsaasti (Holopainen ja Rikala 1990). Vuonna 1987, jolloin luteiden määrä taimitarhalla oli hyvin pieni, ei lisälannoitus aiheuttanut silmuhäiriöiden runsastumista. Suonenjoen taimitarhan vuosien 1984–1990 taimi-inventaarien mukaan syyskoulituissa taimissa oli häiriöisten taimien osuus säännöllisesti suurempi kuin kevätkoulituissa taimissa. Näin ei kuitenkaan ollut vuonna 1988 toteutetussa kokeessa, mikä ilmeisesti johtui lisälannoituksen vähäisestä vaikutuksesta taimiin tai luteiden alhaisesta määrästä.

Lannoitus ei laboratoriossa vaikuttanut selvästi luteiden munintaan ensimmäisen kesän männyntaimissa. Mänty on sopeutunut kasvamaan ravinneköyhissä oloissa ja ensimmäinen koe, jossa osa taimista ei saanut kastelulannoitusta, viittasi siihen että niukasti lannoitetut taimet saattavat olla luteille huonompia isäntäkasveja kuin kastelulannoitetut taimet. Toisen laboratoriossa suoritetun lannoituskokeen tulosten perusteella näyttää siltä, että ravinnetason kohoamisella tietyn rajan yläpuolelle ei enää ole vaikutusta männyntaimien sopivuuteen luteille. On myös mahdollista, että erot taimille

käyttökelpoisten ravinteiden määrässä eri käsittelyjen välillä jäivät kokeissa liian pieniksi. Tähän viittaa myös lannoituskäsittelyjen välisten erojen puuttuminen taimien aminohappopitoisuuksissa.

On esitetty, että korkeamman typpipitoisuuden vuoksi lannoitettujen kasvien fenolien määrä laskee ja vastustuskyky hyönteisiä vastaan heikkenee (Bowen ja Nambiar 1984). Useita kasvilajeja ravintonaan käyttävänä hyönteisenä peltoluteen on täytynyt sopeutua sietämään lukuisia kasveissa esiintyviä puolustuskemikaaleja. Laji kaiken lisäksi näyttää suosivan kasviheimoja (esim. asterikasvit), joiden lajit tuottavat monia hyönteisille myrkyllisiä yhdisteitä (Harborne 1988). Peltoluteen runsas ravintokasvilajien määrä viittaa siihen, että kasvien puolustusaineet eivät estä kovin voimakkaasti tämän lajin syöntiä. Luteiden ravintokasvien valinnassa lienee määräävimpinä tekijöinä kasvin ravintoarvo ja vesipitoisuus.

Etenkin typpipitoisten yhdisteiden (esim. aminohapot) saatavuus näyttää tärkeältä tekijältä peltoluteen ravintokasvien valinnassa. Tähän viittaa peltoluteen kyky käyttää kasvien lisäksi ravintonaan hyönteistoukkia ja -munia (Varis 1972). Tiedetään, että imeväsuiset hyönteiset, erityisesti kirvat, lisääntyvät nopeammin kasveilla, joiden typpipitoisuus on kohonnut (esim. Rahier 1978, Weibull 1987). Kasvien lehdistä valmistetut aminohaponäytteet kuvastavat varsin hyvin sitä aminohappokoostumusta, minkä imeväsuiset hyönteiset johtosolukoita imemällä saavat käyttöönsä (Weibull ym. 1990). Peltolude imee pääasiassa uusimman vuosikasvaimen kasvupistettä, rankaa ja neulasia. Niistä tehdyt aminohappoanalyytit kuvastanevat hyvin luteiden männynntaimista käyttöönsä saamia aminohappoja.

Tässä tutkimuksessa aminohappoanalyytit osoittivat, että arginiini ja glutamiinipitoisuudet kohosivat voimakkaimmin lisätyn typpilannoituksen vaikutuksesta taimitarhaoloissa, mutta laboratoriossa lannoitustason lisääminen ei aminohappoihin juuri vaikuttanut kasvukauden alkupuolella kerätyissä näytteissä. Myös ojitusalueilla lisätty typpilannoitus on kohottanut aminohappopitoisuutta männyn versoissa vaikkakin vuodenaikaisvaihtelut ovat varsin voimakkaita (Pietiläinen ja Lähdesmäki 1986). Näsholm ja Ericsson (1990) pitävät korkeaa arginiinipitoisuutta selvimpänä typpilannoituksen indikaattorina männyssä. Jos lannoitteissa on fosforia ja kaliumia, ei arginiinipitoisuus nouse kovinkaan paljon lannoittamattomien verranepuiden tasosta.

Lannoituksen ohella kasvien käyttöön tulee typeä ilman epäpuhtauksien mukana (Järvinen ja Vänni 1990). Kaupunki-ilman (Dohmen 1985) ja moottoriteiden läheisyydessä olevan ilman (Braun ja Fluckiger 1985) onkin todettu edistävän kirvojen lisääntymistä ja samalla kasvissa aminohappomuodossa olevan typen kohoamista. Vaikka useimmat tutkimukset viittaavat aminohappopitoisuuksien kohoamisen ja hyönteisten lisääntymisen välillä olevan positiivisen korrelaation, voi yksittäisen aminohapon pitoisuuden kohoaminen estää imeväsuisten hyönteisten lisääntymistä havupuissa

(Holopainen ym. 1991). Tämän vuoksi tarvitaan tarkempia selvityksiä eri aminohappojen pitoisuuksien vaikutuksista luteiden esiintymiseen havupuilla.

Lygus-violetuksen yleistymisen havupuun taimilla taimitarhoilla ajoittuu sekä Pohjois-Amerikassa että Suomessa 1980-luvun alkuun. Osin tämä voi johtua siitä, että entomologit vasta 1980-luvulla alkoivat selvittää ongelmaa kummallakin mantereella. Kuitenkin taimituotantomenetelmien kehitys lieene ollut lähes samanlaista sekä Suomessa että Kanadassa ja Yhdysvalloissa, joten yhtäläisyyksiä ongelman syntymisessä löytynee. Esimerkiksi kemiallisen rikkakasvitorjunnan yleistymisen voi olla yhteydessä ongelman syntyyn.

Atratsiini (Gesaprim 50) ja heksatsinoni (Velpar) ovat metsätaimtarhoilla yleisesti käytettyjä rikkakasvihävitteitä. Niiden vaikutuksista kasvien tuhoeläinresistenssiin on olemassa varsin vähän tietoa. Eräiden fenoksiherbisidien käytön on todettu lisäävän etenkin viljelykasveilla esiintyvien kirvojen määrää (Campbell 1988). Tiedot atratsiinin vaikutuksista hyönteinen-isäntäkasvi suhteeseen ovat hyvin puutteellisia. Kokeellisissa oloissa aine hieman alentaa hyönteisten syöntiä viljelykasveilla (Holopainen ym. 1990). Heksatsinonin vaikutuksista tuhohyönteisten menestymiseen kasveilla ei myöskään ole tutkimustietoa käytettävissä (Campbell 1988).

Tässä yhteydessä tutkittiin kemiallisten rikkakasvihävitteiden vaikutuksia männyn- taimien laatuun luteiden munintavaiheessa, jolloin isäntäkasvin valinta tapahtuu. Rikkakasviruiskutuksen vaikutuksista männyn taimien laatuun luteiden kasvuvaiheessa myöhemmin kesällä tarvittaisiin lisätutkimuksia. Tietoa puuttuu myös herbisidien ja taimitarhoilla runsaasti käytettyjen fungisidien vaikutuksista taimien ritsosfääriin ja ravinteiden ottoon sekä niistä mahdollisesti aiheutuvista laadullisista muutoksista.

Torjunta-aineiden taimissa mahdollisesti aikaansaamia laadullisia muutoksia tärkeämpi tekijä luteiden runsastumisessa lieene kuitenkin rikkakasvien esiintymisessä tapahtuneet muutokset. Suomen taimitarhojen osalta saattaisi olla nähtävissä seuraava kehityskulku. Taimitarhojen perustamisvaiheen jälkeen rikkakasveista ei juuri ole ollut ongelmia, koska tarhat on perustettu varsin karuille maille. Vähitellen rikkakasvien siemeniä on kuitenkin kulkeutunut taimitarhoille ja lannoitettu kasvualusta on ollut otollinen niiden lisääntymiselle. Tässä vaiheessa rikkakasvien torjunta on vielä onnistunut mekaanisesti niiden vähälukuisuuden vuoksi. Vähitellen on jouduttu kuitenkin turvautumaan kemialliseen rikkakasvitorjuntaan, minkä seurauksena kasvustot on saatu jokseenkin puhtaksi rikkakasveista. Rikkakasvien lajiston ja määrien muutoksista ei Suomen taimitarhoilta ole tutkimustietoa. Nyt toteutetut inventoinnit osoittivat, että tutkituilla taimitarhoilla esiintyi useita luteiden isäntäkasvilajeja kuten nurmikot, horsmat, suolaheinät, pihasaunio, voikukka ja peltovillakko.

Tapahtunut kehitys merkitsee *Lygus*-luteille sitä, että taimitarhoilla aiemmin luteiden isäntäkasveina toimineet rikkakasvit ovat varsin yllättäen vähentyneet ja taimitarhaoloihin

sopeutuneet luteet ovat joutuneet etsimään uusiksi ravintokasveiksi havupuiden taimet. Havupuiden puolustuskemikaalit ovat osaltaan voineet lisätä *Lygus*-violetusta, koska sopivaa ravintokasvia etsivä lude voi koeimennällään violettaa useita taimia.

Edellä esitettyä olettamusta tukee *Lygus*-luteiden huomattavasti runsaampi esiintyminen taimitarhoilla yleisinä rikkakasveina olevilla villakoilla kuin havupuiden taimilla (Schowalter ym. 1986, Holopainen 1988b). Havupuiden täydellinen kelpaamattomuus munintakasviksi laboratorioissa, mikäli rikkakasveja on tarjolla, tukee myös em. olettamusta. Jos mäntyä tarjotaan *Lygus*-naaraille ainoaksi isäntäkasviksi, ne munivat taimiin ja kehitys munasta aikuiseksi onnistuu täysin. Kasvuhäiriön yleistyminen herbi-sidikäsittelyissä taimitarhakasvustoissa (Gross 1983) saattaa myös olla viite *Lygus*-violetuksen lisääntymisestä havupuissa vaihtoehtoisten ravintokasvien puuttuessa.

Taimitarhalla toteutetut häkkikokeet eivät kuitenkaan antaneet riittävästi tukea rikkakasvitiheyden lisäämisen silmuhäiriöitä vähentävästä vaikutuksesta vaikkakin vähiten silmuhäiriöisiä männyntaimia esiintyi silloin kun rikkakasvitiheys oli suurin. Tulokset tukevat myös aiempia havaintoja (Schowalter ym. 1986) siitä, että rikkakasvitiheyden kasvu voi lisätä luteiden määrää tarjoamalla parempaa ravintoa luteille. Jos nyt suoritettuja häkkikokeita olisi jatkettu kasvukauden loppuun, rikkakasveilla kehittyneiden ludetoukkien siirtyminen imemään männyntaimia loppukesällä olisi ehkä johtanut voimakkaaseen silmuvioletukseen näissä taimissa.

Peltoluteen esiintymisessä on voimakasta vuosittaista vaihtelua ja huippuvuosina populaatiot voivat olla monikymmenkertaisia keskimääräisiin populaatioihin verrattuna. Kokemukset taimitarhoilta viittaavat siihen, että luteista ei normaalivuosina ole paljoakaan haittaa taimitarhalla kasvaville havupuiden taimille. Ludepopulaatioiden jatkuva seuranta on kuitenkin tärkeää joukkoesiintymien ennustamisen kannalta. Tämä olisi mahdollisesti yhdistettävissä sokerijuurikkaan tuholaisseurantoihin. Kylvötaimien suojaaminen harsoilla ja koulituille taimille suoritettavat insektisidi-ruiskutukset ovat kannattavia vain niinä vuosina kun merkittäviä sadonmenetyksiä on odotettavissa myös sokerijuurikkaalla. Tosin harsoilla pystytään ehkäisemään myös lintujen aiheuttamia tuhoja kylvöaloilla ja jouduttamaan taimien kasvua edullisen mikroilmaston ansiosta.

Odotettavissa olevaa ludevioletusta voitaneen jossain määrin alentaa ajoittamalla kylvöt vasta kesäkuun puoliväliin, jolloin parveilu on pääosin ohi. Jos talvehtinut ludepopulaatio on suuri, houkutuskasvien kylväminen taimikasvustojen ympärille saattaa vähentää luteiden munintaa havupuiden taimille. Houkutekasveilta ludetoukat on kuitenkin tuhottava ennen niiden siirtymistä havupuiden taimille. Kasvuston seassa olevien rikkakasvien hävittäminen ilman tuhoeläintorjuntaa voi johtaa ludetoukkien violetukseen havupuiden taimissa.

KIRJALLISUUS

- Bevan, D. 1965. *Bourletiella signata* (Nicol.) (Collembola) – a pest of conifer seedlings. Proceedings of XIII International Congress of Entomology (London). s. 666–668.
- Bowen, G. D. & Nambiar, E.K.S. 1984. Nutrition of plantation forest. London. 516 s.
- Bolsinger, M. & Flückiger, W. 1989. Ambient air pollution induced changes in amino acid pattern of phloem sap in host plants – relevance to aphid infestation. *Environ. Pollution* 56: 209–216.
- Braun, S. & Flückiger, W. 1985. Increased population of the aphid *Aphis pomi* at a motorway: Part 3 – The effect of exhaust gases. *Environmental Pollution Series A*. 39: 183–192.
- Bryan, H. 1989. Control of the tarnished plant bug at the Carters nursery. *Tree Planter's Notes* 40: 30–33.
- Campbell, B.C. 1988. The effects of plant growth regulators and herbicides on host plant quality to insects. Teoksessa: Heinrichs, E.A. (ed.) *Plant stress-insect interactions*. Wiley Interscience. New York. s. 205–247.
- Chandorkar, K.R. & Clark, G.M. 1986. Physiological and morphological responses of *Pinus strobus* L. and *Pinus sylvestris* L. seedlings subjected to low-level continuous gamma irradiation at a radioactive waste disposal area. *Environmental and Experimental Botany* 26: 259–270.
- Croghan, C. F. & LaMadeleine, L. A. 1982. The impact of stunting of white spruce at Eveleth nursery. *Tree Planters' Notes* 33(4): 19–22.
- , Palmer, M. A. & Wolosiewicz, M. 1987. Stunting of white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss) associated with ectomycorrhizal deficiency. *Tree Planters' Notes* 38(1): 22–23.
- Dohmen, G.P. 1985. Secondary effects of air pollution: enhanced aphid growth. *Environmental Pollution Series A*. 39: 227–234.
- Dumroese, R. K., Thompson, G. & Wenny, L. D. 1990. Lime-amended growing medium causes seedling growth distortions. *Tree Planters' Notes* 41(3): 12–17.
- Ferm, A., Hytönen, J., Kolari, K.K. & Veijalainen, H. 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 320. 77 s.
- Gross, H. L. 1983. Injuries to terminal shoots cause multiple-leader nursery seedlings. Canadian Forestry Service. Great Lakes Forest Research Centre. Information Report O-X-347. 12 p.
- 1985. Multiple-leadered trees compare favorably with single-leadered trees in field performance tests of nursery stock. Canadian Forestry Service. Great Lakes Forest Research Centre. Information Report O-X-363. 10 s.
- Harborne, J.B. 1988. *Introduction to ecological biochemistry*. London, Academic Press. 356 p.
- Holopainen, J. 1985a. *Lygus*-luteiden esiintyminen männyn taimitarhakasvustoissa. Kasvinsuojeluseuran monisteita 2: 19–26.
- 1985b. Peltolude männyn taimien kasvuhäiriön aiheuttajana. *Kasvinsuojelulehti* 18: 14–16.
- 1986a. Damage caused by *Lygus rugulipennis* Popp. (Heteroptera, Miridae), to *Pinus sylvestris* L. seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 343–349.
- 1986b. Pohjois-Savossa havupuilla esiintyvät kirvat. *Savon Luonto* 17: 22–28.
- 1987a. Effects of insecticide applications on carabid beetles in a forest nursery. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 22: 369–374.
- 1987b. *Lygus rugulipennis* as a nursery pest of conifers in Finland. *Annales ANPP*, 6 (3/3): 393–397.
- 1987c. Viljelymaiden maakiitäjäiset ja niiden merkityksen arviointi kasvintuotannon kannalta. Lisensiaattitutkielma. 41 s.+ 47 liites. Maatalous- ja metsäeläintieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- 1988a. Growth and visible responses of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings to simulated summer frost. *European Journal of Forest Pathology* 18: 85–92.
- 1988b. Kokemuksia tutkimuskasvihuoneiden käytöstä. *Pimpinella* 7(2): 23–25.
- 1989a. The host plant preference of the tarnished plant bug *Lygus rugulipennis* Popp. (Het. Miridae). *Journal of Applied Entomology* 107: 78–82.

- 1989b. The influence of cypermethrin and oxydemeton-methyl treatment on *Lygus* damage in young Scots pine seedlings. *Annals of Applied Biology* 114: 209–213.
- 1990a. The relationship between multiple leadering and mechanical and frost damage to the apical meristem of Scots pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 280–284.
- 1990b. The role of summer frost and *Lygus* feeding in the induction of growth disturbances in Scots pine seedlings. Publication University of Kuopio, Natural Sciences, Original Reports 6/1990: 1–46.
- & Soikkeli, S. 1984. Occurrence of *Cinara pini* (Homoptera, Lachnidae) in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings with disturbed growth. *Annales Entomologici Fennici* 50: 108–110.
- & Holopainen, T. 1988. Cellular responses of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings to simulated summer frost. *European Journal of Forest Pathology* 18: 207–216.
- , Kainulainen, E. & Hänninen, O. 1990. Palatability of herbicide treated maize to the Indian stick insect, (*Carasius morosus*). *Agriculture Ecosystems and Environments* (painossa).
- & Rikala, R. 1990. Abundance and control of *Lygus rugulipennis* (Heteroptera: Miridae) on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) nursery stocks. *New Forests* 4:13–25.
- & Varis, A.-L. 1991. Host plants of the European tarnished plant bug *Lygus rugulipennis* Popp. (Heteroptera: Miridae). *Journal of Applied Entomology* (painossa).
- , Kainulainen, E., Oksanen, J., Wulff, A. & Kärenlampi, L. 1991. Effect of exposure to fluoride, nitrogen compounds and SO₂ on the numbers of Spruce shoot aphids on Norway spruce seedlings. *Oecologia* 86:51–56.
- Huikari, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. *Metsä ja puu* 11: 24–25.
- Jancarík, K. & Blattný, C. 1966. Soucasny stav metlovitosti borovice v CSSR. Summary: Recent brooming of Scots pine in CSSR. *Lesnický Casopis* 12: 507–520.
- Järvinen, O. & Vänni, T. 1990. Bulk deposition chemistry in Finland. Teoksessa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.). *Acidification in Finland*. Springer-Verlag, Berlin. s.151–165.
- Kainulainen, E., Wulff, A. & Holopainen, J. 1986. Oksakirvojen lisääntyminen ilman epäpuhtauksille altistetuissa kuusen taimissa. *Aquilo, Ser. Botanica* 25 (2): 48–53.
- Kaunisto, S. 1984. Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männyntaimien kehityksestä suonpohjan turpeella. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 144: 1–15.
- & Kinnunen, K. 1985. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyntaimien alkukehitykseen maastossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 202. 23 s.
- Kukkonen, H. 1985. Kasvuhäiriö taimien laatu- ja lajitteluongelmana. *Kasvinsuojeluseuran monisteita* 2: 40–41.
- Kurkela, T. 1983. Early observations on die-back of Scots pine in the fertilization experiments at Kivisuo. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 10–13.
- 1985. "Kasvuhäiriö" biologisena terminä. *Kasvinsuojeluseuran monisteita* 2: 1–3.
- McIntyre, G. & Damson, E. 1988. Apical dominance in *Phaseolus vulgaris*. The triggering effect of shoot decapitation and leaf excision on growth of the lateral buds. *Physiologia Plantarum* 74, 607–614.
- Näsholm, T. & Ericsson, A. 1990. Seasonal changes in amino acids, proteins and total nitrogen in needles of fertilized Scots pine trees. *Tree Physiology* 6: 267–281.
- Overhulser, D.L., Morgan, P.D. & Miller, R. 1986. Control and impact of *Lygus* damage on 1-0 Douglas-fir seedlings. *USDA Forest Service, General Technical Report RM-137: 153–157*.
- Pietiläinen, P. & Lähdesmäki, P. 1986. Free aminoacid and protein levels, and gamma-glutamyltransferase activity in *Pinus sylvestris* apical buds and shoots during the growing season. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 387–395.
- Poteri, M. 1985. Peltolteen voituotoireisto ja sen kehittyminen 1A- ja 2A -taimilla. *Kasvinsuojeluseuran monisteita* 2: 27–29.
- , Heikkilä, R. & Yuan-li, L. 1987. Peltolteen aiheuttaman kasvuhäiriön kehittyminen yksivuotiailla männyntaimilla. *Folia Forestalia* 695. 14 s.

- Rahier, M. 1978. Performance of *Myzus persicae* and production of its host plant, *Brassica rapa*, related to plant mineral nutrition. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 24: 421–424.
- Raitio, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. *Folia Forestalia* 412:1–16.
- 1983a. Growth disturbances in nursery-grown pine seedlings. Julkaisussa: Kolari K.K. (toim.) Growth disturbances of forest trees. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116:17–19.
- 1983b. Männyn taimien kasvuhäiriöt taimitarhoilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94: 20–25.
- 1983c. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 116. 15 s.
- 1985a. Männyn taimien kasvuhäiriö ja kasvutekijät. *Kasvinsuojeluseuran monisteita* 2: 4–11.
- 1985b. Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen. *Folia Forestalia* 611. 14 s.
- 1987. Site elevation differences in frost damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Forest Ecology and Management* 20: 299–306.
- Raunemaa, T., Samela, J. & Erkinjuntti, R. 1983. Comparison of PIXE method and chemical analysis in measurement of needle samples from growth disturbance Scots pine trees. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116: 58–68.
- Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings during the shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 299–306.
- Schowalter, T.D., Overhulser, A. Kanaski, J.D., Stein, J.P. & Sexton, J. 1986. *Lygus hesperus* as an agent of apical bud abortion in Douglas-fir nurseries in Western Oregon. *New Forests* 1: 5–16.
- & Stein, J.D. 1987. Influence of Douglas-fir provenance and proximity to insect population sources on susceptibility to *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in a forest nursery in western Oregon. *Environmental Entomology* 16: 984–986.
- Shrimpton, G. 1985. Four insect pests of conifer nurseries in British Columbia. Proc. Western Forest Nursery Council-intermountain Nurseryman's Association. USDA Forest Service. General Technical Report INT-185: 119–121.
- Soikkeli, S. 1985. Ultrastructural aberrations referring to viruses in the needles of young growth disturbed pine seedlings. *European Journal of Forest Pathology* 15: 246–254.
- South, D. 1986. The "tarnished plant bug" can cause loblolly pine seedlings to be "bushy-topped". Auburn University Southern Forestry Nursery Management Cooperative 27: 1–4.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological methods*. Chapman and Hall. London. 524 s.
- Strong, F.E. 1970. Physiology of injury caused by *Lygus hesperus*. *Journal of Economic Entomology* 63: 808–814.
- Sullivan, J.H. & Teramura, A.H. 1988. Effects of ultraviolet-B irradiation on seedling growth in the Pinaceae. *American Journal of Botany* 75: 225–230.
- Tamas, I. A. 1988. Hormonal regulation of apical dominance. Teoksessa: Davies, P.J. (toim.) Plant hormones and their role in plant growth and development. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht, Boston, London. s.393–410.
- Tikkanen, E. & Raitio, H. 1984. Pohjois-Suomen aurasalueiden männyntaimien epänormaali kehitys ja oletamus sen syystä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 165: 1–27.
- Varis, A.-L. 1972. The biology of *Lygus rugulipennis* Popp. (Het. Miridae) and the damage caused by this species to sugar beet. *Annales Agriculturae Fenniae* 11: 1–56.
- Veijalainen, H. Reinikainen, A. & Kolari, K. 1984. Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti. *Folia Forestalia* 601:1–141.
- Viljavuustutkimuksen tulkinta metsäpuiden taimituotannossa 1988. Viljavuuspalvelu. Moniste. 10 s.

- Weibull, J. 1987. Seasonal changes in the free amino acids of oat and barley phloem sap in relation to plant growth stage and growth of *Rhopalosiphum padi*. *Annals of Applied Biology* 111:729–737.
- , Ronqvist, F. & Brishammar, S. 1990. Free amino acid composition of leaf exudates and phloem sap. A comparative study in oats and barley. *Plant Physiology* 92: 222–226.

LIITTEET

Liite 1. Suonenjoen ja Ruuttulan taimitarhoilla kesällä 1989 esiintyneet rikkakasvilajit peittävyuden mukaisessa runsausjärjestyksessä. Nurmikko- ja kivikkopenkeresarakkeella olevat lajit ovat kasvatuskenttien lisäksi esiintyneet lajit (eivät ole runsausjärjestyksessä). Sammal- ja jäkälälajeja ei ole tässä luetteloitu.

Suonenjoen taimitarha		Ruuttulan taimitarha
Kasvatuskentät ja pientareet	Kasvatuskenttien väliset nurmikko ja kivikkopenkereet	Kasvatuskentät ja pientareet
Kylänurmikka Rentohaarikko Variksenmarja Ahusuolaheinä Maitohorsma Voikukka Pelto-ohdake Nurmihärkki Peltohatikka Peltokorte Lituruoho Mäkihorsma Aho-orvokki Pihatatar Savijäkkärä Pihasaunio Siankärsämö Leskenlehti Lutukka Juolavehnä Rantanenätti Peltovillakko Saunakukka Jauhosaavikka Orvontädyke Ketokeltto Metsälauha Peltohanhikki Peltovalvati Rönsyleinikki Syysmaitiainen Vadelma	Hiirenvima Kanerva Puolukka Mustikka Pelto-orvokki Sarjakeltano Ahokeltano Valkoapila Piharatamo Kultapiisku Sianpuolukka Hietakastikka Niittynurmikka Nurmilauha Polvipuntarpää Timotei Punanata Metsäimarre Korpi-imarre Hiirenporras Kivikkoalvejuuri	Peltokorte Kylänurmikka Juolavehnä Leskenlehti Pihasaunio Pelto-ohdake Voikukka Polvipuntarpää Niittynurmikka Hietakastikka Kulosammal Palokeuhkosammal

Liite 2. Kokeissa käytettyjen lannoitteiden ja tuhkan sekä kasvuturpeeseen lisätyn lannoitteen (1,25 kg/m³) ravinnepitoisuudet.

Ravin- ne	Puutarhan Y-lannos ¹⁾			Suprex ²⁾		Oulun salpie- tari ¹⁾	Kalium- sulfaatti 1)	Tuhka 3)	Turve- lannos 4)
	1	2	3	6	9				
	% kuiva-aineesta								
N	10,0	7,0	10,0	22,3	19,4	27,5	-	-	15,0
P	7,0	4,8	4,4	4,0	5,3	-	-	1,44	5,3
K	14,1	14,9	16,6	18,6	20,0	-	41,5	5,95	11,0
Ca	-	4,0	1,0	-	-	4,0	0,8	23,9	4,0
Mg	2,0	4,0	2,5	0,2	0,2	2,2	0,4	2,56	-
S	9,0	12,1	11,2	0,3	0,3	-	18,2	2,83	5,0
B	0,15	0,15	0,15	0,027	0,027	-	-	0,03	0,06
Fe	0,1	0,1	0,1	0,180	0,180	-	-	1,49	0,65
Mn	0,7	0,7	0,7	0,097	0,097	-	-	1,41	0,3
Zn	0,1	0,1	0,1	0,023	0,023	-	-	0,12	0,3
Cu	0,1	0,1	0,1	0,014	0,014	-	-	0,08	0,7
Mo	0,01	0,01	0,01	0,002	0,002	-	-	0,001	0,07

1) Kemira Oy

2) Kekkilä Oy

3) Tuhka Enso-Gutzeit Oy:n Heinolan tehtailta. Analysoitu Enso-Gutzeit Oy:n ympäristölaboratoriossa

4) Vaaleaan, keskikarkeaan kasvuturpeeseen (PP6, Satoturve Oy) lisätty peruslannoite, ST-tasolannoite
n:o 6

Viimeisimmät Suonenjoen tutkimusasemalla ilmestyneet
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

- Nro 181 Harvennuspuun korjuu ja metsikön tuleva tuotto. Vuoden 1984 tutkimuspäivän esitelmät. 1985.
- Nro 189 Marja-Liisa Juntunen. Työnjohto metsäyhtiöissä. Tapaustutkimus puunhankintaorganisaatioiden piirien toimihenkilöiden työjärjestelyistä. 1985.
- Nro 212 Leo Tervo. Vastukset kevyitä juontolaitteita käytettäessä.
- Nro 221 Risto Rikala. Lannoituksen vaikutus männyn paakkutaimien kehittymiseen. 1986.
- Nro 241 Versosyöpä taimitarhalla ja taimitarhapäivän 1985 posterit. 1986.
- Nro 244 Antti Maukonen. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. 1987.
- Nro 249 Metsäpuiden kylmäkestävyys. Tutkimuspäivän 1986 esitelmät. 1987.
- Nro 259 Pekka Mäkinen. Lumikenkien käyttö metsätyössä. 1987.
- Nro 280 Marja-Liisa Juntunen. Vaara-analyysi metsänomistajien hakkuutyöstä ennen ja jälkeen lyhyen hakkuutekniiikkakurssin. 1987.
- Nro 286 Metsäteknologian teemapäivä Suonenjoella 16.2.1988. 1988.
- Nro 289 Timo Saksa. Viljelytiheys ja istutustaimien kunto Suonenjoella kesällä 1987. 1988.
- Nro 338 Leo Tervo. Ekbacken-ruisku tukkimiehentäin torjuntaan metsänviljelyaloilla. 1989.
- Nro 344 Risto Rikala. Kontortamännyn kasvatuskoe. Perustaminen ja taimien alkukehitys. 1989.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Suonenjoen tutkimusasema
77600 SUONENJOKI
Puh. 979-1381

ISSN 0358-4283
ISBN 951-40-1150-3