

ODC

414,4
416,4

FOLIA FORESTALIA 194

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

UKKO RUMMUKAINEN

HERBISIDIRAKEIDEN MÄNNYN- JA KUUSEN-
TAIMILLE AIHEUTTAMISTA KUORIVIOITUK-
SISTA

ON BARK DAMAGES CAUSED TO SCOTS PINE
AND NORWAY SPRUCE PLANTATIONS BY
GRANULAR HERBICIDES

Metsäntutkimuslaitos

Kirjasto

- No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriproosentin määritys sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen & Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzählaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasaseno & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukki-puutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The succes of artifical regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

F O L I A F O R E S T A L I A 194

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1974

Ukko Rummukainen

HERBISIDIRAKEIDEN MÄNNYN- JA KUUSENTAIMILLE
AIHEUTTAMISTA KUORIVIOITUKSISTA

On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce
plantations by granular herbicides

SISÄLTÖ

	Sivu
SISÄLTÖ	2
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	3
JOHDANTO	5
METSÄNVILJELYALOILLA TODETUISTA TUHOISTA	5
”SILVEX”-KOKEISTA ENNEN VUOTTA 1973	7
RUNKOVIOITUSKOKKEET SUONENJOELLA 1973	8
Koesirotteet	8
Koemenetelmä	8
Kokeen järjestämisestä	9
Kokeen tarkastus	9
Koetulokset	9
HERBISIDIRAKEIDEN LAIKKULEVITIN	13
LÄHDELUETTELO	15

SUMMARY

In the years of 1972 and 1973, it was observed that several plantations of Scots pine (*Pinus silvestris*), located in different parts of Finland, suffered from injuries of the type presented in Fig. 1. At the base of the diseased transplants the bark was dry, the stem was swollen above the damage, and eventually, the transplants had died. In the plantations concerned, a granular herbicide containing 15 g of atrazin and 15 g of dichlobenyl per kilogram of preparation had been used for weed control. The use of this herbicide has increased at such a rate that it was 10-fold in 1972 as compared with the year 1969.

In the spring of 1973 an experiment was set up in a nursery in order to study the phenomenon in more detail. Herbicide granules were attached to the stems of Norway spruce seedlings (*Picea abies*) by means of tape as shown by Fig. 2. The following granular herbicides were studied: "Casoron G" (67.5 g/kg of dichlobenyl), "A 3380" (25 g/kg of dichlobenyl and 25 g/kg of triazines), "Prefix" (75 g/kg of chlorthiamide), "Dawpon-Rae" (74 g/kg of dalapon) and "Ustinex" (560 g/kg of diurone and 300 g/kg of amitrole).

The experiment was inventoried after a period of three months from its establishment (Table 1, Fig. 3). Tape alone had not arrested the growth of seedlings. Likewise, "Dowpon-Rae" and "Ustinex" granules had caused no damage to them. "Prefix" had led to damage in a part of the seedlings, "A 3380" had caused severe damages, and the worst damages recorded were caused by "Casoron G". Dichlobenyl can be considered as being the source of the damages.

During the course of several years no damages were observed when using granular dichlobenyl preparations in experiments; it was only when their use had reached a practical scale that the injuries started to appear. When the preparations had been spread by hand, they showed to have accumulated at the base of the transplants. In the experiments carried out, accumulation was avoided to the greatest extent possible. At the Finnish Forest Research Institute an apparatus for spot application of granular herbicides is under development (Fig. 5), with the aid of which it is hoped to be possible to avoid damages even from applications in the field.

TIIVISTELMÄ

Herbisidisiroitteiden käyttö metsänviljelyalojen heinittymisen torjunnassa on voimakkaasti yleistynyt 1970-luvulla (s. 5). Vuosina 1972–73 todettiin useilla männyntutustusalajoilla kuvan 1 esittämää taimivioitusta. Taimien kuori oli kuivunut runkoon kiinni maanrajassa, runko paisunut vivotuskohdan yläpuolella ja taimet lopuksi kuolleet. Tuhoalueilla oli käytetty heinäntorjuntaan pääasiassa "Silvex metsän rikkaruohontuho"-sirotevalmistetta, joka sisältää tehoaineina 15 g/kg diklobeniilia ja samoin 15 g/kg atratsiinia.

Diklobeniilivalmisteilla aikaisemmin suoritetuissa kokeissa vivotuksia ei ollut havaittu (s. 7).

Kesällä 1973 järjestettiin Suomenjoen taimitarhassa vivotuskoe kuusentaimilla. Kokeessa olivat mukana seuraavat sirotevalmisteet: "Casoron G", (tehoaineena diklobeniilia 67.5 g/kg), "A 3380" (diklobeniilia 25 g/kg ja triatsiineja 25 g/kg), "Prefix" (klortiamidia 75 g/kg), "Dowpon-Rae" (dalaponia 74 g/kg), "Ustinex" (diuronia 560 g/kg ja amitrolia 300 g/kg).

Herbisidirakeet kiinnitettiin taimien rungon

ympäri Dymoteipin avulla kuvan 2 esittämällä tavalla.

Koe kesti 3 kk. Tarkastuksessa todettiin (taulukot 1 ja 2, kuvat 3 ja 4) "Casoron G"- ja "A 3380"-valmisteiden aiheuttaneen alussa kuvatuunlaisia pahoja vioituksia. Myös "Prefix", jonka tehoaine klortiamidi hajotessaan ensin muuttuu diklobeniiliksi, oli vioittanut osan taimista. "Dowpon-Rae"- ja "Ustinex"-valmistet eivät olleet taimia vioittaneet, ei myöskään pelkkä teippi.

Diklobeniilin voi siis päätellä olevan taimille vaarallisen joutuessaan kuorelle.

Se että käytännön levitystyössä vioituksia on ilmennyt, mutta ei kokeissa, on ilmeisesti seurausta siitä, että työmittakaavassa rakeita käsin levitettäessä niitä helposti pyrkii kasautumaan taimien tyvelle. Koesirotteluissa kasautumista tietoisesti varottiin.

Vioitusten välttämiseksi tarvitaan sirotteiden laikkulevitin. Sellainen on tulossa metsät.lis. PENTTI NISULAN suunnittelemana ja rakentamana (kuva 5). Paitsi että vioitukset sen avulla estetään, työ tulee paljon käsilevitystä nopeammaksi ja sirotteiden leviäminen tasaisemmaksi.

JOHDANTO

Oheisen, herbisidirakeiden aiheuttamia taimivioituksia käsittelevän tutkielman julkaisemista jo nyt voi joku pitää liian aikaisena. Varsinaiset raekokeethan olivat pienet ja niitä järjestettiin vain kerran ja yhdellä puulajilla.

Kokeissa, jotka järjestettiin kentältä saatujen hälyttävien tietojen johdosta, saatiin kuitenkin hyvin selvät tulokset, joiden perusteella jo nyt voidaan tehdä käytännön metsätaloutta palvelevia päätelmiä.

Toiseksi julkaisemisen kiirehtimistä puoltaa ilmeisesti myös se, että herbisidisirotteiden käyttö metsänviljelyalojen rikkakasvintorjunnassa on viime vuosina nopeasti yleistynyt ja sen myötä myös tiedon tarve käyttöön liittyvistä yksityiskohdista kasvanut.

Kun sirotteita vuonna 1969 levitettiin runsaan 200 ha:n alalle ja käyttö määrän voidaan arvioida olleen runsaat 3 tonnia, oli käsitellyn alan suuruus jo 1970 noin 600 ha ja sirotetarve noin 10 tonnia (RUMMUKAINEN 1972). Metsätalouden tarpeita varten myytiin 1970 eri herbisidivalmisteita yhteensä 11.9 tonnia (MARKKULA 1971).

Vuonna 1971 oli herbisidien myynti kohonnut 27.8 tonniin (MARKKULA 1972). Tilastoista ei suoraan selviä miten määrä jakautui ainoan myynnissä olleen atratsiini-diklobeniili-sirotevalmisteeseen ("Silvex metsän rikkaruohon-tuho") ja ruiskutevalmisteiden (amitroli-atratsiini-seos "Campaprim 231" ja atratsiini-ruiskutejauhe "Gesaprim-50") kesken. Kun kuitenkin "Campaprimin" myynti lisääntyi 1.3 tonnista 5.8 tonniin ja "Gesaprimin" käytön tiedetään taimitarhojen ulkopuolella olleen vähäistä, voi-

daan herbisidien myynnin runsaan kaksinker-taistumisen päätellä olleen seurausta nimen-omaan sirotteen käytön lisääntymisestä.

Vuonna 1972 myytiin herbisidejä metsätalouden tarpeisiin MARKKULAN (1973) mukaan 40 tonnia eli lisäystä edellisestä vuodesta oli yli 12 tonnia. "Campaprimin" myynti kuitenkin väheni 5.8 tonnista 5.1 tonniin. Siten sirotteen käyttö oli edelleen lisääntynyt.

Ennakkotietojen mukaan on sirotteiden levitys myös vuonna 1973 jatkuvasti voimakkaasti yleistynyt, jopa niin että valmistajatehtailla on ajoittain ollut vaikeuksia tyydyttää kysyntää. "Silvex"-rakeiden lisäksi oli 1973 saanut myyntiluvan myös toinen valmiste, tehoaineena dala-ponia sisältävä "Dowpon-Rae".

Pelkästään "Silvexin" käyttö on siis lisääntynyt vuodesta 1969 vuoteen 1972 suunnilleen kymmenkertaiseksi. Se osoittaa että metsätalous on voimakkaasti ryhtynyt harjoittamaan kemiallista rikkakasvintorjuntaa sirotteilla. Kun tässä tilanteessa alkaa ilmetä epäilyksiä, että sirotteet ehkä saattavat aiheuttaa taimivioituksia, joita aikaisemmin ei ollut todettu, on tärkeää saada ilmiöstä lisäselvityksiä mahdollisimman nopeasti. Myös siitä syystä oheinen tutkielma, joka vaatimattomuudestaan huolimatta näitä selvityksiä sisältää, julkaistaan jo nyt.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori JAAKKO MUKULA ja professori RISTO SARVAS. Piirroksot on tehnyt yliopp. RAIMO JUNTILA. Englanninkieliset käännökset ovat metsänhoitaja KARL-JOHAN AHLSEVEDIN käsialaa. Heille kaikille kuten myös muille tutkimuksessa tavalla tai toisella mukana olleille lausuu allekirjoittanut sydämelliset kiitokset.

Ukko Rummukainen

METSÄNVILJELYALOILLA TODETUISTA TUHOISTA

Kesällä 1972 ja sen jälkeen on metsäntutkimuslaitokseen tullut näytteitä eri ikäisistä männyntaimista, jotka ovat kuolleet tai olleet kuolemassa siten, että taimien tyvessä on kuori kuivu-

nut runkoon kiinni. Kuivumiskohdan yläpuolelle on runkoon miltei säännöllisesti muodostunut milloin laajempi milloin vähäisempi paisuma (kuva 1). Näytteitä ja tietoja ilmeisesti

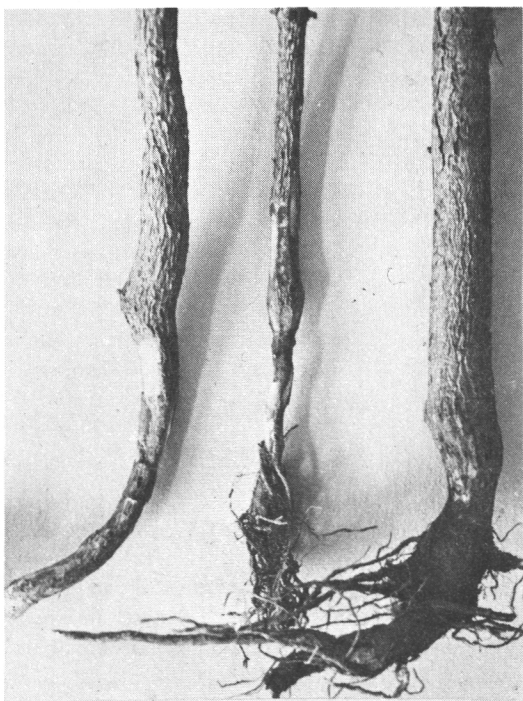
samanlaisista tapauksista on saatu pääasiassa maan etelä- ja keskiosista, mutta myös Lapista.

Mainitunlaista taimivioitusta on sattunut metsänviljelyaloilla, joilla rikkakasvintorjuntaan on käytetty joko "Silvex metsän rikkaruohon-tuho"- tai "Prefix"-nimisiä rakeisia herbisidivalmisteita.

Luumäen kunnassa Venäläisen kylässä oli Väinö Venäläisen omistamaan peltoon suoritettu männyn istutus keväällä 1970 (ANTIKAINEN 1970). "Silvex"-rakeita kylvettiin osalle aluetta taimien ympärille toukokuussa 1971. Syyskesällä 1972 todettiin, että rikkakasvit olivat kuolleet, mutta käsitellyillä kohdilla oli myös taimista kuollut noin 10 %. Kuolleiden taimien juurenniska oli paisunut. Käsittelemättömällä kohdilla heinän seassa kasvaneista taimista oli kuollut vähemmän kuin 1 % eikä kuolleiden taimien tyvi ollut paisunut. Taiminäytteitä tutkittaessa havaittiin

Kuva 1. Vioittuneita männyntaimia "Silvex"-siroteella käsitellyiltä istutusaloilta. Kahdesta taimesta on kuorta veistetty taimia tutkittaessa. Valok. U. R.nen.

Fig. 1. Damaged Scots pine transplants from plantations which have been treated with granular "Silvex" preparation. From two of the transplants the bark has been partly removed in their examination. Photo: U. R.nen.



tiin *Pityogenes*-kaarnakuoriaisten iskeytyneen tyvipaisuman kohdalle. Kun hyönteisten syömäkuviot esiintyivät juuri paisumien kohdalla eivät ne voineet olla tuhon alkusyy.

Kymin Oy:n Kanajärven tilalla Tuupovaarassa oli suoritettu männyn istutus entiseen peltoon vuonna 1969 (Tehdaspuu Oy 1972). "Silvex"-sirotetta levitettiin taimiriveille 90 cm:n levyisinä viiluina moottorilevittimellä 12.5.1972. Syksyllä 1972 löydettiin kuollut taimia. Niissä oli tyvialaentuma. Paisumia oli sellaisienkin taimien tyvessä, jotka olivat vielä "erittäin syvävihreät ja voimakkaassa kasvussa". Lähetekirjeessä mainittiin samanlaista tuhoa aikaisemmin havaitun "Prefix"-sirottelualoilla. Mitään ennestään tunnettua tuhonsyytä ei taiminäytteistä löydetty.

Juvalla eräässä yhteismetsässä oli männyntaimia istutettu peltoon keväällä 1970. Keväällä 1972 sirotettiin käsin "Silvex"-rakeita 3 ha:n alle taimien ympärille. Tainta kohden käytettiin rakeita noin 10 g. Syksyllä 1972 taimet olivat erityisen reheviä ja aluetta esiteltiin kemiallisen heinäntorjunnan malliesimerkinä. Kesäkuussa 1973 kuitenkin havaittiin noin 50 % taimista olevan kellastumassa. Samalla pantiin merkille runkojen kuroutuminen maan rajassa sekä epänormaali paisumat kuroutumien yläpuolella (metsänhoitaja V. SUHONEN, suullisesti).

Kemin hoitoalueen Pahtaojalla istutettiin keväällä 1971 entiseen peltoon aurauspalteisiin männyn paperikennotaimia. "Silvex"-, "Prefix"- ja koevalmiste "A 3380"-rakeita (ks. s. 8) levitettiin moottoriselkäruiskulla 6-7.6.1973. Kokeet inventoitiin 28.9.1973. Eri koejäsenissä esiintyi elävissä taimissa tyvipaisumaa seuraavasti (ETHOLEN 1973):

Herbisidivalmiste ja käyttömäärä:	Taimia pelto- elossa, kpl:	Taimista ty- veltään paisu- neita, %:
"Prefix", 67 kg/ha	488	19.9
"A 3380", 100 "	311	10.3
"Silvex" a, 200 "	154	26.0
"—" b, " "	642	7.8
"—" c, " "	322	6.8
"—" d, " "	248	8.1
"—" a-d, " "	1366	9.7

Luvuista ei selviä miten paljon taimia kuoli kesän 1973 aikana, ei myöskään se miten suuressa osassa kuolleita taimia mahdollisesti esiintyi tyvipaisumaa.

Kolarin Teuravuomalla suoritettiin männyn istutus rullataimilla vuonna 1971 entiseen peltoon 45 ha:n alle. Keväällä 1972 levitettiin "Silvex"-rakeita taimien ympärille. Keväällä 1973 todettiin taimien tyven paksunemista ja taimia kuoli vioituksen vuoksi ainakin muutamia tuhansia. Todennäköisesti tuho oli huomattavasti suurempi, mutta havaintojen tehoa häiritsivät talvella 1972-73 sattuneet erittäin pahat myyräntuhot. Sirotteen levitys oli tapahtunut työmittakavassa käsityönä. Kun 5 vuotta aikaisemmin samalla kentällä sirotetta käytettiin kokeilumielessä, ei vioitusta ilmennyt vaikka valmisteen teho rikkakasveihin oli erittäin hyvä (metsät. lis. ERKKI NUMMINEN, suullisesti).

Kaikissa selostetuissa tapauksissa on "Silvex"-valmistetta käytetty vähintäänkin 100 ja enintään 200 kg/ha. Kun valmisteen diklobeniilipitoisuus on 1.5 %, on tehoaineen määrä hehtaaria kohden ollut 1.5–3.0 kg. LUND-HØIE (1973) on Norjassa 1960–1972 suorittamissaan monivuotisissa ja monipuolisissa kokeissaan *Picea abies*-taimilla todennut vioitusten runsauden ja ankaruuden olevan riippuvaisen tehoaineen määrästä. Kun sitä käytettiin 5–10 kg/ha, saattoi 60–70 % taimista kuolla kuoren kuivumisen seurauksena juurenniskassa eikä tyvipaisumia esiintynyt. Alle 5 kg/ha määrät aiheuttivat kuvassa 1 esitetynkaltaista tyvipaisumaa, mutta taimet eivät yleensä kuolleet vaan ainoastaan niiden pituuskasvu ja kunto heikkeni. Tuhot olivat suuremman kevyt- kuin syyskäsitelyissä eikä maalajilla ollut selvää vaikutusta niiden esiintymiseen. Hän pitää todennäköisenä että diklobeniili kaasuntuessaan vaikuttaa taimiin kaasumaisena.

"SILVEX"-KOKEISTA ENNEN VUOTTA 1973

Edellisessä luvussa selostetut tuhot olivat suurimmaksi osaksi sattuneet istutusaloilla, joilla rikkakasvien torjuntaan oli käytetty "Silvex"-nimistä herbisidisirotetta.

Metsäntutkimuslaitoksen toimesta on useina vuosina kokeiltu valmisteita, jotka ovat sisältäneet samoja tehoaineita, atratsiinia ja diklobeniilia, ilman että haittoja olisi havaittu.

Keväällä 1967 järjestettiin tutkimuslaitoksen Puhkarjun taimitarhassa ensimmäiset kokeet sirotteella, joka sisälsi diklobeniilia 10 g ja atratsiinia myös 10 g valmistekiloa kohden. (Tuhoalueilla kentällä on käytetty valmistetta, jossa mainittuja tehoaineita on ollut 15 + 15 g/kg (Torjunta-aineet. 1973.)

Kesän 1967 kokeissa sirotetta käytettiin 100 ja 200 kg/ha eli samat määrät kuin tuhoalueillakin. Kokeita järjestettiin sekä männyn että kuusen koulitujen taimien aloilla heti koulinnan jälkeen. Taimista oli osa muovihuoneissa kasvatettuja 1-vuotisia ja osa avomaalla kasvatettuja 2-vuotisia.

Koelostuksessa (RUMMUKAINEN 1967) todettiin mm.: "Diklobeniili-atratsiini-sirote antoi kaikissa koesarjoissa joko yhtä hyvän tai paremman tuloksen rikkakasvien hävittäjänä kuin muut (7 herbisidivalmistetta ruiskutejauheina) parhaimmillaan. Se ei myös kään voittanut enempää männyn kuin kuusenkaan taimia. . . . On ilmeisesti aihetta tutkia nyt kokeillun sirotteen käyttömahdollisuuksia metsänviljelyaloilla

LÄHDE ja SILTANEN (1973) ovat Pohjois-Suomessa todenneet taimien tyviosien epänormaalia paisumista myös sellaisilla paikoilla, missä herbisidejä ei ole käytetty. He viittaavat KRAMERIN (1951) tutkimuksiin, joiden mukaan ilmiö voi olla seurausta maan fysikaalisten tekijöiden epäedullisuudesta, jotka tekijät estävät juuristoa käyttämästä yhteyttämistuotteita harmonisesti, mistä syystä ne kasautuvat rungon tyvelle paisuttaen sen.

Niinikään epäillään että taimien istuttaminen pienissä paperikenoissa voi johtaa samanlaiseen juuriston ja veden välisten yhteyksien häiriöön ja "pölkkytaimien" kehittymiseen (metsänhoitaja YRJÖ NOROKORPI, suullisesti). Ruotsalaisen EICHEN (1966) mukaan pohjoisilla seuduilla paisumat voivat syntyä myös siten, että pakkasen erityisesti kevättalvella ja varhaiskevällä vioittaa taimien kuorta maan lähellä estäen yhteyttämistuotteiden kulun juuristoon.

etenkin metsitettävillä pelloilla, joilla rikkakasvilajisto lienee melkoisesti samantapainen kuin taimitarhoissa"

Kokeiluja jatkettiin kesällä 1968 samassa taimitarhassa. Nyt mukana oli entisen diklobeniili-atratsiini-valmisteen lisäksi myös toinen seos, jossa mainittuja tehoaineita oli kumpiakin 15 g/kg eli sama määrä kuin tuhoalojen "Silvex"-valmisteesä. Uuden seoksen valmistenimi oli "Metsän rikkaruohontuho". Tässä yhteydessä kokeiltiin myös ensimmäisen kerran "Prefix"-sirotetta, jonka viime aikoina on myös epäilty vioittaneen taimia istutusaloilla. Se sisältää tehoaineena 75 g/kg klortiamidia.

Molempia valmisteita käytettiin kokeissa 100 ja 200 kg/ha. Koekasveina olivat juuri koulitut 1-(muovi-huone-) ja 2-(avomaa-) vuotiset kuusentaimet, samalla lailla kasvatetut 1- ja 2-vuotiset männyn- ja kuusen- taimet.

Nytkään kumpikaan diklobeniili-atratsiini-seos ei voittanut mitään taimilajia. Sitävastoin "Prefix" aiheutti pahoja vioituksia tappaen koekeksen kuluessa eri koejäsenistä taimia 9–52 %. Sekä männyn- että kuusentaimet voittuivat yhtä pahasti. Tyvilaajentumiin ei huomio kiintynyt (RUMMUKAINEN 1968).

Sen jälkeen on "Metsän rikkaruohontuho", joka nimi sittemmin on muuttunut muotoon "Silvex metsän rikkaruohontuho" ollut mukana lukuisissa kokeissa metsänviljelyaloilla, samoin "Prefix". "Silvexin" käyttömäärät ovat pysyneet samoina, 100 ja 200 kg/ha, mutta "Prefixiä" on käytetty jopa vain 35–50 kg/ha. "Silvexin" ei ole koskaan todettu voittavan taimia.

"Prefix" sitävastoin on vioituksia aiheuttanut jossain määrin jopa pieninäkin annoksina. Tyvilaajentumia ei kuitenkaan ole todettu, vaan ainoastaan neulasten ruskettumista ja taimien kuolemista.

Moneen kertaan suoritettujen kokeiden perusteella siis ainakaan diklobeniili-atratsiiniseosta ("Silvex") ei oikein käytettynä ole voitu pitää taimille vaarallisena (vrt. myös NUMISEN havainnot s. 6). Nyt saatujen useiden tuhoilmoitusten mukaan se mitä ilmeisimmin on tuhoja kuitenkin aiheuttanut. Mietittäessä kokeiden ja käytännön kokemusten välisen ristiriidan syytä, herää epäilyksistä tuhojen ilmenemiseen on saattanut vaikuttaa sirotteen levitystekniikka. Kokeissa levitys aina suoritettiin huolellisesti ja tarkasti oikealle pinta-alalle. Tällöin siroterakeita taimien tyvelle tuli hyvin vähän, saman verran kuin laikun muihinkin osiin. Työmittakaavassa levitettäessä sirotteita helposti kertyy tavallista runsaammin taimien tyvelle ja vähemmän ulommaksi laikkuun. Se on käytännössä todettu yleiseksi ilmiöksi. Siten taimien tyvellä on yliannostuksen vaara. Sekään

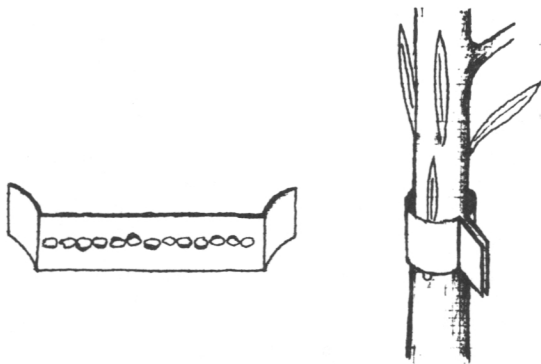
yksin ei riitä kuitenkaan tuhoilmiötä selittämään.

Kaikissa vioitustapauksissa tuhokuvaan on kuulunut taimien kuoren vioittuminen maan rajassa ja rungon tyven paisuminen kuristumakohdan yläpuolella. Valmiste on siten ilmeisesti vioittanut kuorta. "Silvexin" toista tehoainetta, atratsiinia, on 1960-luvun alusta lähtien käytetty taimitarhoissa yleisesti rikkakasvintorjuntaan (ks. esim. RUMMUKAINEN 1962 ja 1965). Se on levitetty ruiskuttamalla, jolloin myös taimet on ruiskutettu. Jos atratsiini voitaisi kuorta, olisi sen pitänyt selvitä näissä käsittelyissä. Mitään ei kuitenkaan ole havaittu. Toista tehoainetta, diklobeniilia, sen sijaan ei ole enempää kokeissa kuin käytännössäkään koskaan taimille ruiskutettu. Siten on mahdollista, että "Silvex"-rakeiden diklobeniiliosa on tuhoalueilla kuorta vioittanut ja vioitukset ovat ilmenneet virheellisen sirottelun seurauksena. Varmuuden saamiseksi asiasta järjestettiin kesällä 1973 metsäntutkimuslaitoksen taimitarhassa Suonenjoella kokeita, joilla pyrittiin selvittämään eri sirotevalmisteiden kuorivioitustapauksia.

RUNKOVIOITUSKOKEET SUONENJOELLA 1973

Kuva 2. Vasemmalla herbisidiraajono teippiin kiinnitettyinä. Oikealla teippi taimen rungon ympärille asetettuna. Raejono teipin ja rungon välissä.

Fig. 2. At the left, a row of herbicide granules attached to tape. At the right the tape has been placed around the stem. The granules are between the tape and the stem.



Koesirotteet

Kokeessa olivat mukana seuraavat sirotevalmisteet:

"Casoron G",	tehoaineena	67.5 g	diklobeniilia valmistekilossa,
"A 3380",	"—"	25 g	diklobeniilia ja 25 g triatsiineja/kg
"Prefix",	"—"	75 g	klortiamidia /kg
"Dowpon-Rae",	"—"	74 g	dalaponia /kg,
"Ustinex",	"—"	560 g	diuronia ja 300 g amitrolia /kg.

Koemenetelmä

Jotta sirotteiden mahdollinen vaikutus taimien kuoreen olisi saatu esille mahdollisimman selvänä oli sirotteet koetta aloitettaessa saatava kuoren pinnalle. Lisäksi niitä piti saada kuorelle mahdollisimman ohut kerros, että koe niin pal-

jon kuin suinkin vastaisi käytännön sirottelua. Käytännössä maan pinnalle ja siten taimen kuoren kanssa yhteyteen joutuva sirotekerros ei yleensä voi olla paksu.

Näin päädyttiin seuraavanlaiseen koemenetelmään (kuva 2). Sirotevalmistetta kaadettiin paperille, jonka päällä siitä muotoiltiin ohut, noin yhden raakeroksen paksuinen sirotejono. Jonon päälle painettiin 9 mm:n levyinen Dymoteippi, jolloin sirotejono takertui teippiin. Teippi kierrettiin koetaimen tyvelle rungon ympäri siten, että sirotejono tuli kuorta vasten. Teippi kierrettiin rungolle niin väljästi, että runkoa pitkin valuva vesi pääsi sen ja kuoren väliin.

Käsittelemättömän vertailuryhmän muodostivat taimet, joiden ympärille teippi kierrettiin muuten samalla tavalla mutta ilman sirotejonoa.

Kokeen järjestämisestä

Kokeessa käytettiin 1 + 1-vuotisia kuusentaimia. Niitä oli kasvatettu yksi kesä muovihuoneessa, toinen kesä koulittuna avomaalla ja olivat ne koetta aloitettaessa aloittamassa toista kasvukautta koulittuina.

Koe aloitettiin 21.5.1974. Taimien silmut olivat tällöin turvonneet mutta versot eivät vielä venyneet. Aloituspäivä oli helteinen ja taimet olivat kuivia.

Koetaimia oli 10 ryhmää, joissa kussakin oli yksi jokaisella sirotevalmisteella käsitelty ja yksi käsittelemätön taimi, jonka rungon ympäri kierrettiin pelkkä teippi. Saman ryhmän taimet kasvoivat aivan lähellä toisiaan, mutta eri ryhmien välimatkat saattoivat olla muutamia metrejä.

Kunkin ryhmän taimet valittiin siten, että ne pituudeltaan, paksuudeltaan, kunnoltaan ja kuoren rakenteen puolesta olivat päällisin puolin katsoen mahdollisimman samanlaisia. Ryhmän sisällä taimien pituuserot olivat vähemmän kuin 10 cm ja rungon paksuuserot teipin kiinnityskohdalla vähemmän kuin 2 mm. Eri ryhmien välillä saattoivat pituuserot olla hieman suuremmat.

Jokaista koejäsentä oli siis 10 tainta eli kokeessa yhteensä 60 tainta. Laajempaan kokeiluun ei vielä ryhdytty kun ei ollut tietoa esim. siitä, miten kenties pelkkä teippi vaikuttaa taimien kasvuun ja kehitykseen. Pelkästään kuusen ottaminen kokeeseen mukaan johtui siitä, että koetta aloitettaessa ei ollut männyn-taimia käytettävissä.

Kokeen tarkastus

Koetaimet kasvatettiin kesän 1973 aikana samalla tavalla kuin muutkin koulitut kuusentaimet samoissa penkeissä.

Kokeen tarkastus suoritettiin 19.8.1973 eli 3 kuukauden kuluttua sen aloittamisesta.

Tarkastus tapahtui taimi taimelta seuraavasti:

- mitattiin taimen koko pituus 1 cm:n tarkkuudella,
- mitattiin rungon paksuus teipin alapuolelta 1/10 mm:n tarkkuudella,
- mitattiin rungon paksuus teipin yläpuolelta 1/10 mm:n tarkkuudella,
- arvioitiin taimen kunto latvuksen ulkonäön perusteella.

Paksuusmittaus teipin alapuolella suoritettiin mahdollisimman läheltä teipin alareunaa. Yläpuolelta mittausta suoritettiin paksuimmalta kohdalta siinä tapauksessa että runko oli paksuntu- nut, sekä vastaavalta kohdalta silloinkin kun epänormaalia laajentumaa ei esiintynyt. Ylä- ja alamittausten väli oli noin 1.5 cm.

Mittausten suorittaja ei tiennyt miten mikin taimi oli käsitelty. Tätä järjestelyä pidettiin tärkeänä mm. siitä syystä, että 1.5 cm:n välimatkoin suoritetuista paksuusmittauksista olisi saatu mahdollisimman objektiiviset tulokset.

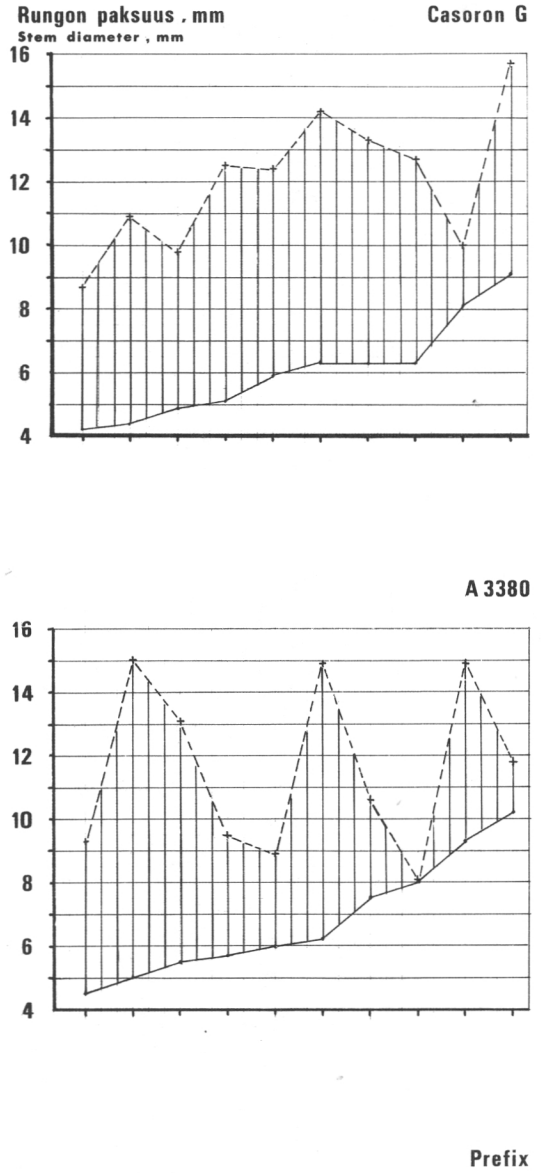
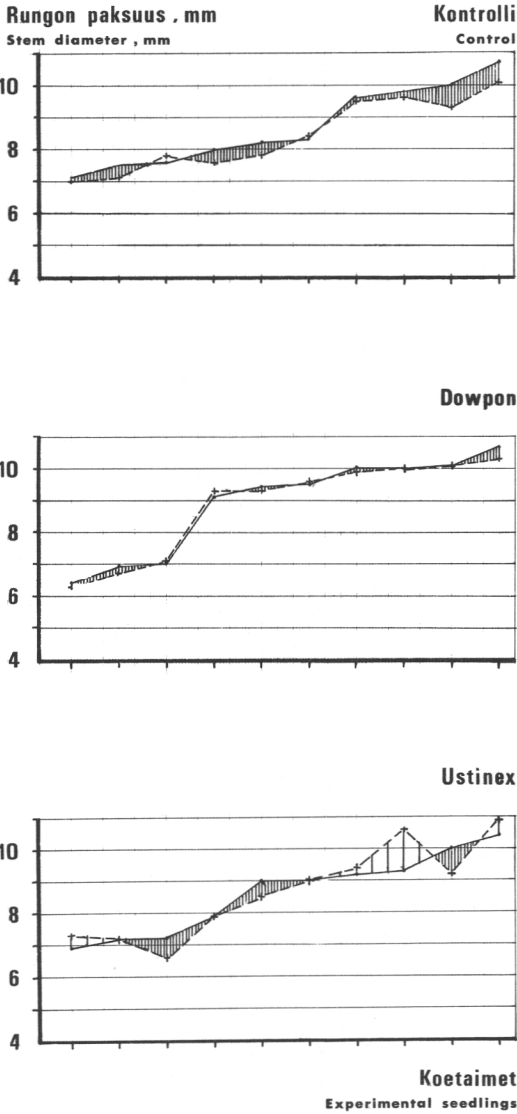
Koetulokset

Mittaus- ja havaintotulokset ovat yhdistetyt taulukossa 1. Pelkkä teippi ei ollut estänyt taimia kasvamasta ilmeisen normaaliin tapaan. Teipin alapuolella rungot olivat odotetusti keskimäärin hieman paksumpia (0.3 mm) kuin yläpuolella (ks. myös kuva 3). Rungon paksuntuessa kesän aikana teippi oli väljentynyt ja joissakin tapauksissa kokonaan avautunut. Kunnoltaan taimet olivat ”tavallisia” (6 kpl) tai ”reheviä” (4 kpl).

”Dowpon”-rakeet eivät olleet haitanneet taimien kasvua (kuva 3). Teipin alapuolella rungot olivat keskimäärin 0.2 mm paksumpia kuin yläpuolella. Myös taimien kunto oli hyvä (4 kpl ”tavallisia” ja 6 kpl ”reheviä”).

”Ustinex”-rakeet eivät myöskään olleet taimia voittaneet (kuva 3). Teipin yläpuolella runkojen paksuus kyllä oli 0.1 mm suurempi kuin alapuolella, mutta taimien kunto oli sama kuin kontrollitaimien (6 kpl ”tavallisia” ja 4 kpl ”reheviä”).

”Prefix”-rakeet olivat selvästi voittaneet



Kuva 3. Käsittelemättömien ja eri raevalmisteilla käsiteltyjen koetaimien paksuudet teipin alapuolella (yhtenäinen viiva) ja yläpuolella (katkoviiva) 3 kuukautta kokeen aloittamisen jälkeen. "Dowpon"- ja "Ustinex"-rakeilla ei ole ollut ainakaan sanottavaa vaikutusta rungon paksuuskasvuun. Erityisesti "Casoron G"- ja "A 3380"-rakeet ovat estäneet paksuuskasvun raevyöhykkeen alapuolella ja saaneet aikaan rungon epänormaalin paksunemisen yläpuolella.

Fig. 3. The diameter of both untreated and treated seedlings below (unbroken line) and above (broken line) the tape three months after the experiment had been started. "Dowpon" and "Ustinex" granules have not affected diameter growth of the seedlings, at least not to any degree deserving of mentioning. "Casoron G" and "A 3380" granules in particular have arrested diameter growth below the tape, and led to an abnormal swelling of the stem above it.

Taulukko 1. Vioituskokeiden tulokset Suonenjoella 1973.
 Table 1. Results from stem damage experiments in 1973.

Herbisidi- valmiste <i>Herbicide preparation</i>	Taimien pituus, cm <i>Seedling height, cm</i>	Rungon paksuus — <i>Stem diameter</i>		Taimen kunto <i>Condition of seedlings</i>
		teipin yläpuolella <i>above tape</i>	teipin alapuolella <i>below tape</i>	
		mm		
"Casoron G"	37.2(27–44)	12.0(8.7–15.7)	6.0(4.2–9.1)	8 keltaista — <i>yellow</i> 2 tavallisia — <i>normal</i>
"A 3380"	39.3(32–43)	11.6(8.1–15.0)	6.9(4.5–10.2)	6 keltaisia — <i>yellow</i> 3 tavallisia — <i>normal</i> 1 vankka — <i>strong</i>
"Prefix"	42.6(35–62)	9.9(7.6–12.1)	8.1(4.7–11.0)	3 keltaisia — <i>yellow</i> 5 tavallisia — <i>normal</i> 2 reheviä — <i>luxuriant</i>
"Ustinex"	45.8(31–68)	8.7(6.6–10.9)	8.6(6.9–10.4)	6 tavallisia — <i>normal</i> 4 reheviä — <i>luxuriant</i>
"Dowpon-Rae"	50.4(36–68)	8.7(6.3–10.3)	8.9(6.4–10.7)	4 tavallisia — <i>normal</i> 6 reheviä — <i>luxuriant</i>
Kontrolli (pelkkä teippi) <i>Control (tape alone)</i>	44.6(36–60)	8.4(7.0–10.1)	8.7(7.1–10.7)	6 tavallisia — <i>normal</i> 4 reheviä — <i>luxuriant</i>

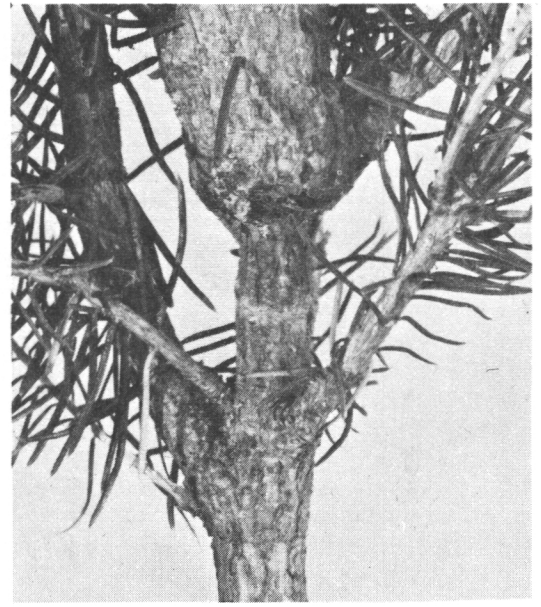
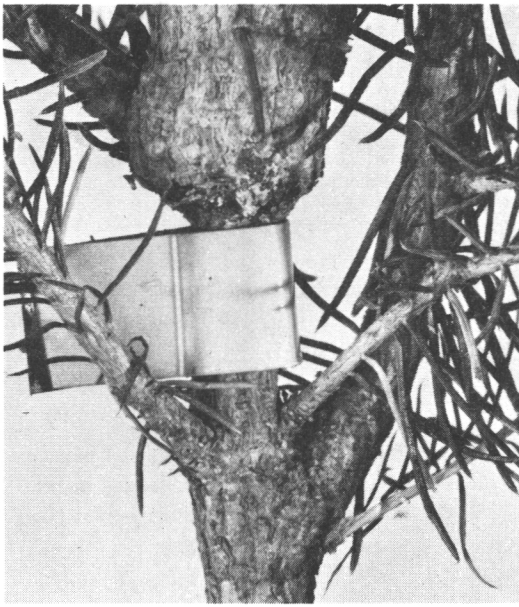
neljän taimen kuoren ja aikaansaaneet rungon paksunemisen teipin yläpuolella (kuva 3). Kahdessa yläpaksuus oli yli kaksinkertainen alapaksuuteen verrattuna (11.0–4.7 ja 12.1–5.2 mm). Kahdessa taimessa ero oli pienempi, mutta niissäkin selvä (10.5–7.4 ja 8.9–5.7 mm). Lopuissa 6:ssa taimessa alapaksuus oli suurempi tai ainoastaan hieman pienempi kuin yläpaksuus. Vikaisista 4:stä taimesta oli 3 kellastunut ja neljäs luokiteltiin "tavalliseksi" mutta "kui- van" näköiseksi. Muiden kunto oli "tavallinen" ja kaksi arvioitiin jopa reheviksi. "Prefixin" antama tulos oli siis arvoituksellinen. Sillä käsiteltyjen taimien kasvua ja kehitystä on syytä edelleen tarkkailla, koska valmisteen tehoaine klortiamidi hajotessaan ensin muuttuu diklobeniiliksi (FRYER ja EVANS 1970, ODGAARD 1973) joka, kuten jäljempänä ilmenee, osoittautui taimille vaaralliseksi.

"A 3380"-rakeet olivat yhtä poikkeusta lukuunottamatta selvästi voittaneet kaikkien taimien kuorta ja aiheuttaneet rungon paksunemisen teipin yläpuolella (kuva 3). Yläpaksuus

oli keskimäärin 4.8 mm suurempi kuin alapaksuus. Taimista oli myös 6 kpl jo kellastunut. Muiden kunto oli "tavallinen". Yksi luokiteltiin latvuksen perusteella jopa "vankaksi" vaikka runko teipin yläpuolella oli peräti 5.6 mm paksumpi kuin alapuolella (paksuudet 14.9 ja 9.3 mm) ja yhteyttämistuotteiden kulku herbisidivöhykkeen ohi siis pahasti vaikeutunut. Rakeiden aiheuttama kuoren vioittuminen todettiin ainakin näin alussa hyvin paikalliseksi. Jos taimissa oli ollut oksia raevyöhykkeen alapuolella, olivat ne säilyneet elossa ja hyväkuntoisina ja taimien tyvi niiden varassa oli kasvanut paksuutta (kuva 4).

"Casoron G"-rakeet olivat voittaneet kaikkien koetaintien kuorta ja aiheuttaneet jokaisen runkoon paksunemisen herbisidivöhykkeen yläpuolelle (kuva 3). Yläpuolella rungot olivat keskimäärin kaksi kertaa niin paksuja kuin alapuolella (12.0 ja 6.0 mm). Taimista oli 8 kellastunut, loput 2 luokiteltiin "tavallisiksi".

Kuorivioituksia aiheuttivat siis ne valmisteet joissa tehoaineena oli diklobeniiliä ("Casoron



Kuva 4. ”A 3380”-rakeilla (tehoaineina 25 g diklobeniilia ja 25 g triatsiineja valmistekilossa) käsitelty taimi 3 kuukautta kokeen aloittamisen jälkeen. Vasemmalla Dymo-teippi paikoillaan, oikealla poistettuna. Oikealla näkyy herbisidiraajon sijaintikohta vaaleana. Oksia on ollut myös rae-vyöhykkeen alapuolella. Ne ovat säilyneet elossa ja niiden vaikutuksesta rungon alin osa on kasvanut paksuutta. Vyöhykkeen yläpuolinen taimen osa oli kellastunut. Valok. Yliopiston Kuvalaitos.

Fig. 4. A seedling which has been treated with ”A 3380” three months after the experiment had been started. At the left, the Dymo tape is still in place around the stem, at the right, it has been removed. The location of the row of granules before their removal is visible as a light ring around the stem. There has also been branches below the tape which have remained alive. Due to this fact the lower part of the stem has been able to increase its diameter, whereas the part of the seedling above the tape has become yellow. Photo: Institute of Photography, University of Helsinki.

Taulukko 2. Paksuusmittausten tulokset taimien kuntoluokkien mukaisesti järjestettynä.
Table 2. Results from diameter determinations by condition classes of the seedlings.

Herbisidi- valmiste Herbicide preparation	Kuntoluokka – Condition class					
	Rehevä Luxuriant		Tavallinen Normal		Keltainen Yellow	
	Rungon paksuus, mm. Stem diameter, mm					
	Alap. below tape	Yläp. above tape	Alap. below tape	Yläp. above tape	Alap. below tape	Yläp. above tape
Kontrolli – Control	9.4	9.1	8.5	8.0	–	–
”Dowpon-Rae”	9.9	9.8	9.0	7.9	–	–
”Ustinex”	9.6	9.4	7.9	8.2	–	–
”Prefix”	9.9	10.2	9.0	9.3	5.2	10.7
”A 3380”	–	–	8.7	11.3	5.5	11.8
”Casoron G”	–	–	8.5	12.8	5.4	11.8

G” ja ”A 3380”) tai diklobeniiliksi hajoavaa klortiamidia (”Prefix”). Eniten diklobeniilia sisältänyt valmiste (”Casoron G”, 67.5 g/valmistekilo) aiheutti ankarimmat tuhot, ankarimmat kuin 25 g/kg sisältänyt ”A 3380”-valmiste. Kokeen pienuudesta huolimatta voidaan diklobeniilin vaarallisuus pitää todistettuna.

Taulukossa 2 on paksuusmittausten tulokset esitetty taimien kuntoluokittain. Vaikka mitattujen taimien määrät olivat pienet, näyttävät tulokset niin johdonmukaisilta, että ne mahdollistavat eräiden päätelmien teon.

Kellastuneiden taimien teipin alapuolinen paksuus on kaikissa tapauksissa ollut sama, 5.2–5.5 mm. Herbisidivöhykkeiden alapuolella ei paksuuskasvua kesän 1973 aikana ollut tapahtunut käytännöllisesti katsoen laisinkaan ellei eläviä oksia ollut jäänyt teipin alapuolelle. Herbisidi oli pysähdyttänyt kasvun alkuunsa. Kuitenkin näiden taimien latva- ja muut versot

olivat kehittyneet normaaliin tapaan. Versot eivät olleet lakastuneet ja niihin olivat muodostuneet päätesilmut. Ensimmäinen latvuksessa näkynyt varma vioittuminen oli neulasten kellastuminen, joka tapahtui koko taimessa yhtä aikaa.

Latvuksen perusteella ”tavallisiksi” luokitellut taimet erosivat kellastuneista mm. siten, että herbisidivöhykkeiden alapuolella rungot olivat 3–4 mm paksumpia. Paksuuskasvua oli siis tapahtunut myös yöhykkeiden kohdilla. Siitä huolimatta diklobeniilivalmisteilla käsitellyissä taimissa ilmeni myös runkojen paisumista, joka on selvä merkki kuorivuoituksesta. Tällaisissa taimissa elontoimintoihin vaikuttanut tuhoprosessi on syystä tai toisesta alkanut hitaasti ja taimien kellastumista myöhemmin voitaneen odottaa. Tällaiset tapaukset ovat ilmeisesti verrattavissa sivulla 6 selostettuihin tuhuihin Juvalla.

HERBISIDIRAKEIDEN LAIKKULEVITIN

Herbisidirakeet levitetään meillä 0.5–1.0 m² m laikuiksi istutustaimien ympärille. Muissa maissa on yleistä viilulevitys pitkin taimirivejä. Viilulevityksessä lisääntyvät torjunta-ainekustannukset ainakin kaksinkertaisiksi.

Viilulevitystä varten on eri maissa kehitetty monenlaisia käsi- ja moottorikäyttöisiä välineitä. Kunnollisista laikkulevittimistä sitävastoin on puute.

Laikuttainen sirottelu tapahtuu yleensä siten, että mitta-astiaan otetaan tainta kohden tarvittava raemäärä, jonka jälkeen se pyritään käsin hajoittamaan tarkoitettuun suuruiselle alalle mahdollisimman tasaisesti. Kuten toisessa yhteydessä (s. 8) on jo todettu, työn laatu jättää usein toivomisen varaa. Pieni määrä rakeita (4–20 g



Fig. 5. The herbicide-granule spreader constructed by PENTTI NISULA. The container is placed above the young tree with the aid of an aluminium stick. When the string is pulled, the rotating mouthpiece under the container throws a fixed portion of herbicide grains around the tree. The height of the spreader can be adjusted by moving it along the stick. Photo P. NISULA.

Kuva 5. Metsät. lis. PENTTI NISULAN suunnittelema ja rakentama herbisidirakeiden laikkulevitysväline. Säiliöosa asetetaan alumiinikepin avulla taimen yläpuolelle. Kun narusta vedetään, sinkoaa säiliön alapuolella näkyvä pyörivä suutin halutun raemäärän taimen ympärille. Levitinosaa voidaan nostaa tai laskea kepin varassa. Valok. P. NISULA.

riippuen laikon koosta ja herbisidivalmisteesta) on käytännöllisesti katsoen mahdotonta sirotella käsityönä tasaisesti koko laikulle. Varsin yleistä on että sirotteluala jää liian pieneksi ja että rakeet kertyvät taimen tyven läheisyyteen. Yliannostelun vaara ja sitä kautta taimien vioitumismahdollisuus käy siten ilmeiseksi käsittelyn tehon rikkakasveihin jäädessä kuitenkin riittämättömäksi liian pienien laikkujen vuoksi. Lisäksi sirottelutyö näin tehtynä on hidasta. Päiväsaavutukset ovat olleet noin 1 ha:n tienoilla (RUMMUKAINEN 1972, s. 29).

Näillä perusteilla on käyttökelpoista laikkulevitintä koetettu kehittää jo useiden vuosien ajan. Sirotteiden aikaansaama kuorivioitusmahdollisuus on edelleen lisännyt sellaisen tarvetta, koska kuorivioitukset ovat vältettävissä oikein suoritettulla levityksellä. Nyt näyttääkin siltä, että hyvin pitkälle vaatimuksia vastaava laikkulevitin on tulossa. Sen on suunnitellut ja rakentanut metsät. lis. PENTTI NISULA. Laitteen prototyyppi on nähtävänä kuvassa 5. Laite annostelee sirotteen erittäin tarkasti ja annostelua voidaan säätää halutulla tavalla. Sillä

voidaan sirotella kaikkia raetyyppejä sekä myös lannoitteita. Myös laikkuruiskutus on mahdollista. Työskenneltäessä asetetaan laitteen levitinosa jalustana toimivan kepin varassa tarkasti taimen yläpuolelle. Narusta vetämällä saadaan levitinosa pyörimään, jolloin siinä olevista aukoista sirotteet sinkoutuvat taimen ympärille. Narua löysäämällä kiertyy levitinosa jousen avulla takaisin alkuasentoon, jonka jälkeen siirrytään seuraavalle taimelle. Taimen tyvelle rakeita ei putoa juuri laisinkaan ja vähäinenkin putoaminen voidaan estää kiinnittämällä levitinosan alapintaan sopiva suojalevy. Työskentely laitteella käy nopeasti. Itse sirottelussa, narusta vetäisyssä, kuluu aikaa hyvin vähän. Pääosa ajasta tarvitaan taimelta toiselle siirtymiseen sekä laitteen asettamiseen taimen yläpuolelle ja 2 litran vetoisen sirottesäiliön täyttämisiin. Koesirotteluissa on NISULAN mukaan käsitelty jopa 1300 tainta tunnissa.

Levitinosa voidaan nostaa ja laskea tukikepin varassa tarpeen mukaan. Laite voidaan myös helposti purkaa vähän tilaa vieviin osiin kuljetusten ajaksi.

LÄHDELUETTELO

- ANTIKAINEN, LAURI. Kirje ja mä-taiminäyte U. R:lle 11.6.1972.
- EICHE, WILHELMS 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in Northern Sweden. *Studia Forest. Suecica*, nr 36.
- ETHOLEN, KULLERVO 1973, Koeselostus Kemin hoitoalueen Pahtaojan herbisidiko-keesta. Konekirjoite.
- FRYER, J.D. and S.A. EVANS 1970. Weed control handbook. Vol. I. Fifth edition. Oxford and Edinburgh.
- KRAMER, P. 1951. Causes of injury to plants resulting from flooding of the soil. *Plant Physiol.*, 26, s. 722–736.
- LUND-HØIE, K. 1973. Kirje U. R:lle 16.11. 1973.
- LÄHDE, ERKKI ja SEPPO SILTANEN 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. *Communic. Instit. Forest. Fenniae*, 78.7.
- MARKKULA, MARTTI 1971. Sales of pesticides in Finland 1970. *Kemian Teollisuus*, 28, s. 549–553.
- MARKKULA, MARTTI 1972. Sales of pesticides in Finland 1971. *Kemian Teollisuus*, 29, s. 534–538.
- MARKKULA, MARTTI 1973. Sales of pesticides in Finland 1972. *Kemian Teollisuus*, 30, s. 360–361.
- ODGAARD, PEDER 1973. Restkoncentration av klortiamid i jorden. Esitelmä pohjois-maisessa torjunta-aine konferenssissa. Moniste.
- RUMMUKAINEN, UKKO 1962. Kesän 1962 kokemuksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta taimitarhassa, *Metsälehti*, n:o 42.
- RUMMUKAINEN, UKKO 1965. Uusia kokemuksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta koulitusaloilla. *Metsälehti*, n:o 4.
- RUMMUKAINEN, UKKO 1967. Rikkakasvin-torjuntakokeita metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun taimitarhassa kesällä 1967. Konekirjoite.
- RUMMUKAINEN, UKKO 1968. Rikkakasvin-torjuntakokeita koulinta-aloilla kesällä 1968. *Metsäntutkimuslaitos, Punkaharjun tutkimustaimitarha*. Konekirjoite.
- RUMMUKAINEN, UKKO 1972. Vesakontor-junta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969–1970. Summary: On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969–70. *Folia Forestalia*, n:o 136.
- Tehdaspuu Oy. Kirjeet ja mä-taiminäytteet U. R:lle 26.10. ja 6.11.1972.
- Torjunta-aineet. 1973. *Kemira Oy. Helsinki*.

- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätalastollinen vuosikirja 1971.
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoiluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinsitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingsstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa.
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikonen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50

- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—.
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—.
- 1974 No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyyppisestä ja geneettisestä vaihtelusta.
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—.
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttötyminen Suomen itäosissa.
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—.
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.
On the supply of roundwood in Finland.
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72.
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—.
- No 194 Ukko Rummukainen: Hebidirakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—.
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972.
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—.
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.
Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen.
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—.
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.
Timber cutting motives of forest industry enterprises.
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.
Dry-weight scaling based on chip samples.
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimusia Pallarin kantoharvesterista.
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—.
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils.
- No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.
Zur kontrollle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung.
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.
Direct seeding on peatlands.
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—.