

SILVA FENNICA

Vol. 14 1980 N:o 2

Sisällys
Contents

- JUKKA SELANDER ja MATTI NUORTEVA: Feromoni-
valmisteen käyttö kirjanpajajien torjumiseksi kuo-
levassa kuusikossa 113
*Summary: Use of synthetic pheromones for the control
of spruce bark beetle in a heavily infested spruce stand* 120
- SIMO HANNELIUS: Kuka on metsätilan omistaja?
Metsätilan omistaja-käsitteen sisällön vaikutus kes-
keisiin tutkimustuloksiin ja tilastoihin 122
*Summary: Who is the non-farmer forest owner? The
semantic influence of the non-farmer owner-concept to
research results and published statistics* 135
- VEIKKO KOSKI: Minimivaatimukset männyn siemen-
viljelyksille Suomessa 136
*Summary: Minimum requirements for seed orchards of
Scots pine* 148
- EERO PAAVILAINEN ja KUSTAA SEPPÄLÄ (toim.):
Toimenpiteet vanhoilla ojitusalueilla — suomalais-
neuvostoliittolaisen symposiumin esitelmät 150
*Management of old forest drainage areas — papers
presented in Finnish-Soviet symposium* 225

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

PUBLISHER:

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

OFFICE:

Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland

EDITOR:

SEPPO KELLOMÄKI

EDITORIAL BOARD:

GUSTAF SIRÉN (Chairman), KUSTAA SEPPÄLÄ (Vice chairman),
MATTI KÄRKKÄINEN, MATTI LEIKOLA, VEIKKO J. PALOSUO,
HEIKKI VESIKALLIO, and EINO MÄLKÖNEN (Secretary).

Silva Fennica is published quarterly. It is sequel to the Series, vols. 1 (1926) — 120 (1966). Its annual subscription price is 50 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

Orders for back issues of the publications of the Society, and exchange inquiries can be addressed to the office. The subscriptions should be addressed to: Akateeminen Kirjakauppa, Keskuskatu 1, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

Silva Fennica

NELJÄNNEUVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN
AIKAKAUSKIRJA

JULKAISIJA:

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

TOIMISTO:

Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

VASTAAVA TOIMITTAJA

SEPPO KELLOMÄKI

TOIMITUSKUNTA:

GUSTAF SIRÉN (puheenjohtaja), KUSTAA SEPPÄLÄ (varapuheenjohtaja), MATTI KÄRKKÄINEN, MATTI LEIKOLA, VEIKKO J. PALOSUO, HEIKKI VESIKALLIO ja EINO MÄLKÖNEN (sihteeri).

Silva Fennica, joka vuosina 1926—66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1—120), on vuoden 1976 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestynvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica*-sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilauksia ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistolle. *Silva Fennican* tilaushinta on 50 mk.

FEROMONIVALMISTEEN KÄYTTÖ KIRJANPAINAJIEN TORJUMISEKSI KUOLEVASSA KUUSIKOSSA

JUKKA SELANDER ja MATTI NUORTEVA

SUMMARY:

USE OF SYNTHETIC PHEROMONES FOR THE CONTROL OF SPRUCE BARK BEETLES IN A HEAVILY INFESTED SPRUCE STAND

Saapunut toimitukselle 1979-11-20

Iäkkäässä eteläsuomalaisessa kuusikossa jo vuosia jatkunut puiden pystyyn kuoleminen haluttiin pysäyttää käyttämällä kirjanpainajan houkutukseen kehitettyä tuoksuainetta. Tällä uudella maahantuodulla feromonivalmisteella (20 pyydystä) saatiin kirjanpainajia (*Ips typographus* ja *I. duplicatus*) pyydystetyksi yli 13.700 yksilöä, mikä merkitsee 2—5 kookkaan kuusen tappamiseen tarvittavaa kuoriaismäärää. Uusi feromonivalmiste (ipslure) osoittautui tehokkaaksi tässä käytännön sovellutuksessa.

1. JOHDANTO

Maassamme tavataan kolme kuusella elävää kirjanpainajalajia, *Ips amitinus* Eichh., *I. duplicatus* Sahlb. ja *I. typographus* L. Varsinkin viimeksimainittu kaarnakuoriainen on tunnettu siitä, että se runsaasti lisääntytyään voi siirtyä kuivattamaan pystyyn myös kasvavia kuusimetsiä. Sen aiheuttamista laajamittaisista suurтуhoista on olemassa lukuisia esimerkkejä, joista mainittakoon viime maailmansodan jälkeen Keski-Euroopassa sattuneet suurтуhot (esim. WELLENSTEIN 1954) sekä Ruotsissa ja Norjassa edelleen katastrofaalisina jatkuvat kirjanpainajatuhot, jotka lähtivät liikkeelle, kun osa vuonna 1969 myrskyn kaatamista kuusista oli jäänyt metsään kaarnakuoriaisten lisääntymispaikoiksi. Suomessa on sattunut melko harvoin suurehkoja kirjanpainajan aiheuttamia tuhoja (ks. esim.

KANGAS 1946, LÖYTTYNIEMI ym. 1979). Tavallisina vuosina nämä kaarnakuoriaiset ovat rajoittuneet tappamaan vain yksittäisiä puita tai pieniä puuryhmiä. Tilanne on meillä kuitenkin pahenemaan päin, koska muuttuneiden puunkorjuu- ja kuljetustapojen vuoksi kirjanpainajien lukumäärät ovat metsissämme voimakkaasti nousussa.

Kirjanpainajatuhoja torjutaan käyttämällä n.s. pyyntipuumenetelmää. Siinä houkutellaan keväällä parveilevat kirjanpainajat iskeytymään varta vasten niitä varten kaadettuihin tai paikalle kuljetettuihin sopivankokoisiin kuusenrunkoihin tai pölkkyihin. Pyyntipuut voidaan etukäteen myrkyttää tai niihin tunkeutuneet kaarnakuoriaiset jälkeläisineen tuhoataan kuori-malla puut, ajamalla ne veteen tai kuljetta-malla tehtaille käytettäväksi ennen kuin

uudet jälkeläiset ovat kuoren alta poistuneet. Menetelmä on sangen raskashoitoinen, sillä pyyntipuita tarvitaan melko runsaasti. Niitä on oltava vähintään kaksi jokaista pystyyn kuollutta kuusta kohti ja ne on sijoitettava lisääntymispaikkojen välittömään läheisyyteen. Pyyntipuiden asettelun ja niihin tunkeutuneiden kaarnakuoriaisten tuhoamisen on tapahduttava ehdottomasti ajallaan. Laajamittaisten tuhojen ollessa kyseessä ei pyyntipuutorjuntaa pystytä toteuttamaan tarvittavalla tehokkuudella.

Viime vuosina on eri puolilla maailmaa tutkittu mahdollisuuksia käyttäen hyönteisten keskinäistä yhteydenpitoa varten erittämiä tuoksuaineita, feromoneja, hyväksi myös kaarnakuoriaistorjunnassa. Feromonien käyttö perustuu siihen, että näitä tuoksuaineita valmistetaan keinotekoisesti ja sekoitetaan toisiinsa sopivassa suhteessa. Hitaasti haihtuviksi pakattuina niillä sitten keväällä houkuttelevia kirjanpainajia suurin joukoin myrkytettyihin pyyntipuihin tai kuoriaisten tuhoamiseksi varta vasten valmistettuihin pyydyksiin.

Feromonien käyttöä kaarnakuoriaisten tor-

2. KIRJANPAINAJAN TUOKSUHOUKUTTEET

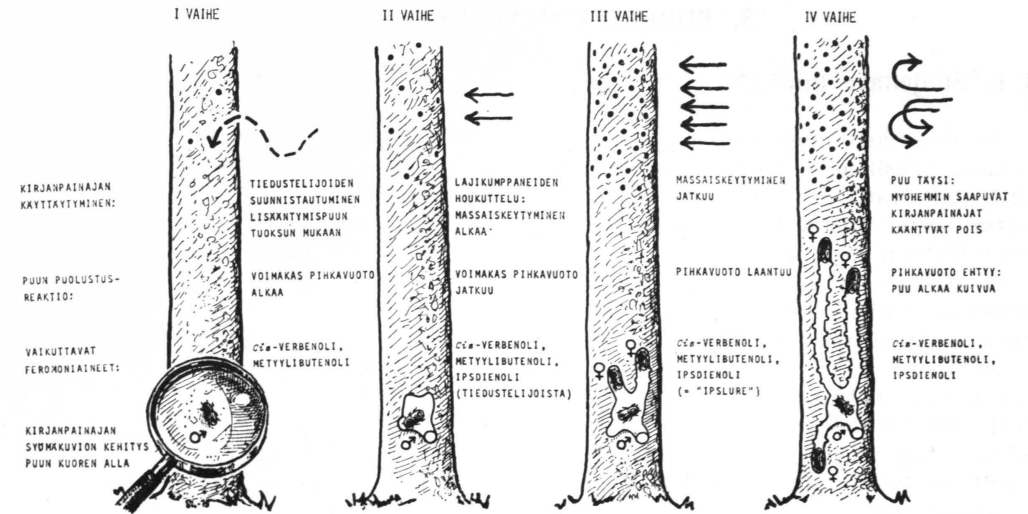
Kaarnakuoriaisilla on feromonituoksujen merkitys tavanomaista tärkeämpää, sillä tämän hyönteisryhmän yksilöiden on puuhun tunkeutuessaan kerännyt parviksi, jotta ne yhteisesiintymisellään kykenisivät voittamaan puun pihkanvuodon tai muun vastustuskyvyn. Kaarnakuoriaiset käyttävät feromoneja yksilöiden välisiin merkinantoihin yhteisen lentosuunnan ja iskeytymiseen valitsemiseksi, sopivan koiraiden ja naaraiden välisen lukumääräsuhteen määrittämiseksi sekä sopivan puuhuntunkeutumistiheyden säätelämiseksi. Kirjanpainajan iskeytyminen puuhun tapahtuu kuvan 1 osoittamalla tavalla.

Ensimmäisten kaarnakuoriaisten feromonien kemiallisen rakenteen selvittyä Yhdysvalloissa v. 1966 (ks. VITÉ ja FRANCKE 1976), niitä on myös ahkerasti tutkittu Pohjoismaissa (BAKKE 1973). Norjalaisen tutkimusryhmän onnistui muutama vuosi sitten löytää kirjanpainajan (*Ips typographus*) feromoni sekä varmentaa tuloksensa

juntaan ei maassamme tätä tutkimusta kesällä 1978 toteutettaessa oltu aikaisemmin kokeiltu. Tämän työn tarkoituksena oli tutkia jo saatavilla olevan kaupallisen feromonivalmisteen tehoa ja käyttömahdollisuuksia metsässä. Samalla oli tarkoitus todeta, voitaisiinko näiden tuoksuaineiden avulla saada pysäytetyksi vanhassa ja arvokkaassa kuusikossa jo vuosikautia jatkuneet puiden kuolemiset, joissa kirjanpainajilla oli oma osuutensa.

Tätä tutkimusta varten saimme Norjan metsätutkimuslaitoksen tutkimusjohtajalta, tohtori Alf Bakkelta feromonipreparaatit. Metsänhoitaja Einari Valleala paikallisena asiantuntijana sekä Kotkan Puutalousopisto antoivat monenlaista arvokasta apua kenttäkokeen järjestämiseksi. Metsänhoitaja Terttu Yli-Mattila suoritti huolella aineiston keruun ja käsittelyn. Metsät.yo. Seppo Leinonen piirsi kuvat tähän kirjoitukseen. Metsät. kand. John Derome tarkasti englanninkielisen osan. Tutkimuksen suorittamiseksi saimme apurahan Kemira Oy:n säätiöltä. Kiitämme kaikkia yllä mainittuja.

kenttäkokeilla (BAKKE 1976, BAKKE ym. 1977). Bakken työryhmä osoitti, että varhain lentävät kirjanpainajakoiraat, jotka aina porautuvat kuoreen ennen perässä tulevia naaraita, houkuttelevat paikalle lajikumppaninsa *cis*-verbenolista, ipsdienolista ja metyylibutenolista koostuvan feromoninsa avulla. Sen koostumus muistutti läheisesti myös amerikkalaisten *Ips*-lajien feromoneja (VITÉ ym. 1972). Kuoriaiset erittävät feromoninsa purunsekaisessa ulosteessaan. Feromonin ainemäärä on sangen pieni, mutta tehokas: esimerkiksi 0.02 mg synteettistä feromonia tunnissa 20–25° C:n lämpötilassa haihtuessaan houkuttelee runsaasti kirjanpainajia (BAKKE ym. 1977). Mielenkiintoista on yleensä myös se, että aineosat eivät yksinään houkuttele kuoriaisia, vaan feromonin houkutus johtuu sekä aineosien yhteisvaikutuksesta että niiden väkevydestä. Kun puu on tullut kaarnakuoriaisten täyteen asuttamaksi, ei siihen enää tunkeudu lisää yksilöitä. On vielä tut-



Kuva 1. Tuoksuhoukutteiden vaikutus kirjanpainajaan keväällä sen puuhun tunkeutumisen eri vaiheissa mukaeltuna BAKKEN (1978) esittämästä.

Fig. 1. Pheromones and tree responses during the attack of *Ips typographus* in the spring. Modified from BAKKE (1978).

kimatta, mikä osuus feromoneilla on tähän tapahtumaan.

Kirjanpainajan feromonin löytyminen avasi uuden mahdollisuuden tehostaa pyyntipuun menetelmän käyttöä. Nyt voidaan kirjanpainajat tuoksuhoukutteiden avulla ohjata vain harvoihin pyyntipuihin, joihin ne massoitain kerääntyvät. Aina ei edes tarvita tuoretta pyyntipuuta. Voidaan käyttää muovisia lieriöitä pyydyksinä (esim. NIEMEYER ja WATZEK 1977). Näissä feromonin paikalle houkuttelevat kirjanpainajat puutoavat keräilypulloihin.

Feromonien löytyminen oli epäilemättä merkittävä kehitysaskel. Kun näitä kaarnakuoriaisten erittämiä tuoksuaineita on analysoitu ja opittu synteettisesti valmistamaan, on todettu niiden molekyyliirakenteissa erikoispiirteitä, jotka oleellisesti vaikuttavat niiden houkutusvoimaan. Näennäisesti sama feromoniaine voi vaikuttaa täysin erilailla kuoriaisiin johtuen esimerkiksi kemiallisen

yhdisteen optisista isomeriamuodoista. Niinpä kirjanpainajan feromonin ainesosista kohteen valitsemiseksi, sopivan koiraiden ja *cis*-verbenolin houkutus perustuu sen (S)-enantiomeeriin (KRAWELITZKI ym. 1977). Vaikka feromonien kemiallista hienorakennetta on voitu tuloksellisesti selvittää, on yhä avoin kysymys siitä, miten ja missä feromonit kirjanpainajan elimistössä syntyvät. Feromonia on voitu eristää kuoriaisten ulosteista ja kuoriaisia ympäröivästä ilmastilasta osoittamatta elintä tai kudosta, missä feromoni muodostuu. Pidetään todennäköisenä, että *Ips*-lajien feromonin biosynteesiin osallistuvat mahdollisesti kuoriaisen suolistobakteerit, joista *Bacillus cereus*-bakteerin tiedetään aineenvaihdunnan tuloksena hapatettavan tavallista puussa esiintyvää terpeniä, *α*-pineeniä, esimerkiksi *cis*- ja *trans*-verbenoleiksi, jotka samalla toimivat myös feromonien aineosina (BRAND ym. 1975).

3. SUORITETUT TUTKIMUKSET

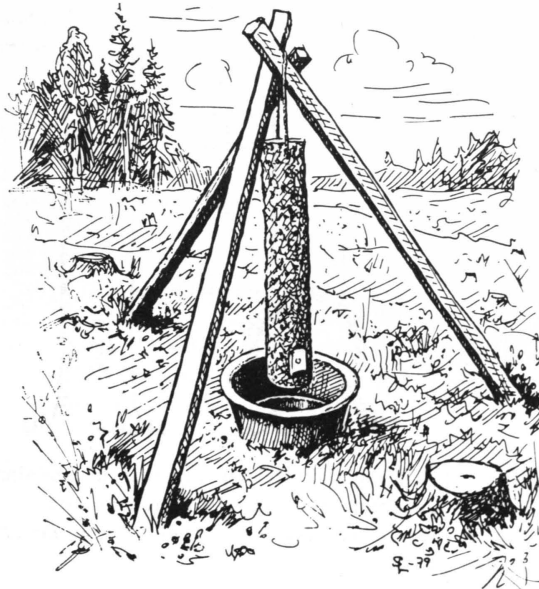
3.1. Suojeltava kuusikko

Fermonikokeitamme varten pyrittiin löytämään kuusikko, jossa kirjanpainaajat jatkuvasti kuivattivat puita pystyyn. Sopiva metsä löytyi Miehikkälän Palvaanjärveltä, jossa Kotkan Puutalousopiston opetusmetsässä sijaitseva 4 hehtaarin suuruinen OMT-kuusikko valittiin tutkimuspaikaksi. Kuusikon keski-ikä oli 120 vuotta, valtapituus 27 m, kuutiomäärä 383 m³/ha, runkoluku 520 kpl/ha, pohjapinta-ala 30.9 m²/ha ja vuotuinen kuutiokasvu kuoretta 6.1 m³/ha. Alkaneista puiden pystyynkuolemista huolimatta metsikkö haluttiin säilyttää opetus-tarkoitusta ja siemenkeräystä varten, vaikka se muuten olikin jo saavuttanut päätehakkuu-ikänsä. Kuusikon läheisyydessä suoritettiin tutkimuskeväänä noin hehtaarin suuruinen kuusen avohakkuu. Myös tällä hakkuu-alueella tehtiin vertailun vuoksi tutkimuksia.

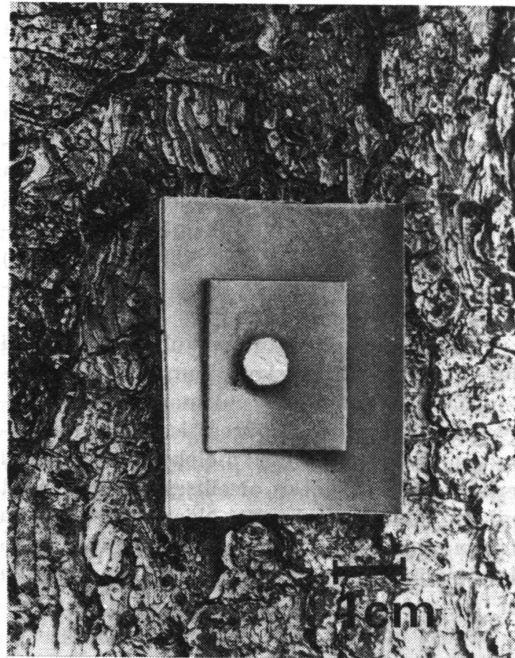
Metsikössä olivat kirjanpainaajat iskeytyneet kesällä 1977 kahdeksaan kookkaaseen kuuseen, jotka tämän johdosta olivat kuolleet. Monikirjaajan (*Polygraphus poligraphus* L.) asuttamia kuolleita kuusia, joiden tyvellä oli tavallisesti myös kuusijäärien (*Tetropium*) toukkakäytäviä, löytyi alueelta 15 ja kaatuneita puita kaksi. Edellisenä vuonna tai sitä ennen kuolleita puita oli alueella pystyssä 64 sekä kaatuneina 22. Näistä pystyynkuolleista kuusista löytyi maasta tarkastellen 36:sta merkkejä siitä, että niihin oli aikanaan iskeytynyt kirjanpainaaja. Jos otaksutaan niiden kuolleen neljän vuoden aikana, merkitsisi tämä keskimäärin yhdeksää kirjanpainaajan tappamaa kuusta vuosittain. Kaarnakuoriaiset olivat antaneet iäkkäille puille lopullisen kuolin-iskun, mutta puukuolemien varsinainen alkusyy jäi selvittämättä. Mahdollisesti siihen vaikuttivat mm. muutokset maaperän vesitaloudessa sekä tyvilahoisuus.

3.2. Kokeen järjestely

Kokeisiin käytettiin kahdenlaisia pyydyskäytäviä. Feromoniansoiksi sanottiin pyydyskäytäviä, joissa 1 m:n pituinen myrkytetty kuusipölkky (läpim. 7–15 cm) oli ripustettu kolmijalan varaan. Pölkyn alla oli vesivati,



Kuva 2. Tutkimuksessa käytetty feromoniansa.
Fig. 2. Pheromone trap used in the study.



Kuva 3. Tuoksuainelähteenä käytetyn ipslure-preparaatin sijoitustapa feromoniansassa.
Fig. 3. The ipslure preparation attached in the trapping bolt.

jonne pudonneet kuoriaiset kerättiin (kuva, 2). Kirjanpainaajan feromonivalmisteena käytettiin kahteen muovilappuun imeytettyä ipslurepreparaattia (Borregaard A/S, ks. BAKKE 1978), joka kiinnitettiin riippuvan pyyntipölkyn alaosaan (kuva 3). Näin varustettuja feromoniansoja oli 20 kpl ja kontroleina oli sama määrä ansoja ilman ipslurea.

Toisenlaisena pyydystyyppinä käytettiin ikkunapyydyskäytäviä. Ne muodostuivat riippuvan kuusipölkyn neljälle sivulle n. 0.5 m:n etäisyydelle ja n. 0.5 m:n korkeudelle maan pinnasta ripustetuista neljästä läpinäkyvästä akryyllilevystä (40 × 50 cm), joiden alapuolella olevaan vesikouruun levyä päin lentäneet kaarnakuoriaiset putosivat, ja josta ne kerättiin talteen. Ikkunapyydyskäytäviä oli kaksi kappaletta, joista toinen oli

varustettu feromonilla toisen ollessa kontrollina.

Feromoniansat sijoitettiin 30–50 metrin etäisyydelle toisistaan osaksi metsään (30 kpl) ja osaksi läheiselle (10 kpl) hakkuu-alueelle. Ikkunapyydyskäytäviä sijaitsivat metsässä. Pyydyksistä kerättiin kaarnakuoriaiset sekä niiden luontaiset petohyönteiset talteen kahden päivän (kerran kolmen) aikavälein 18. V–15. VI. 1978.

Pyydyksiin käytetyt kuusipölkkyt olivat tuoreita, aikaisemmin keväällä kaadettuja. Puolet pölkkyistä ruiskutettiin reppuruis-kulla 17. V. linaandilla, puolet kloryrifossilla. Kummankin torjunta-aineen ruiskutukseen käytetyn vesiseoksen tehoainepitoisuus oli 0.4 % ja sen menekki käsiteltyä pölkkyä kohden oli 0.2 litraa.

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

4.1. Pyydystetyt kirjanpainaajat

Noin kolme viikkoa kestäneen parveilun aikana pyydyskäytäviin kerääntyi 13 783 kirjanpainaajaa, joista 99.7 % oli peräisin feromonipyydyskäytäviistä ja vain 0.3 % kontrollipyydyskäytäviistä (Taulukko 1). Feromonivalmiste hukkuteli siis erittäin selvästi kirjanpainaajalajeja. Pyydetyistä kirjanpainaajista 83 % oli lajia *Ips typographus* ja 17 % lajia *I. duplicatus*. *Ips amitinus*-lajia oli vain

Taulukko 1. Pyydetyt kirjanpainaajien yksilömäärät Miehikkälän kokeessa 18. V.–15. VI. 1978.
Table 1. Numbers of the three different *Ips*-species in the trial in Miehikkälä, SE-Finland during the period 18. V.–15. VI. 1978.

	Ipslure + pyyntipölkky <i>Ipslure + trapping bolt</i>	Pelkkä pyyntipölkky <i>Trapping bolt only</i>
<i>Ips typographus</i>	11 416	18
<i>Ips duplicatus</i>	2 327	5
<i>Ips amitinus</i>	2	5
Yhteensä <i>Total</i>	13 745	38

muutamia yksilöitä, joten tämän tutkimuksen avulla ei voitu selvittää feromonivalmisteiden tehoa tälle kirjanpainaajalajille. Koska pyydyskäytäviin käytettiin tuoreita kuusipölkkyjä, tuli saaliiksi myös runsaasti muitakin kaarnakuoriaislajeja, kuten kuusen tähtikirjaajia, havupuun tikaskuoriaisia, vaippanilureita sekä juurinilureita ja hutikirjaajia.

Kirjanpainaajalajien esiintyminen hakkuu-alueella ja metsässä oli erilaista. Hakkuu-alueen feromoniansoista saaduista kirjanpainaajista (yht. 4 672 yksilöä) 60.0 % oli *Ips typographus*-lajia ja 40.0 % *I. duplicatus*-lajia. Metsään sijoitetuista pyydyskäytäviistä *Ips duplicatus*-laji puuttui lähes tyystin ja sen osuus oli vain 5.0 % (457 yksilöä) *Ips typographus*-lajin ollessa valtaenemmistönä (95.0 % ja 8614 yksilöä).

Kummatkin lajit parveilivat samanaikaisesti. Pyydyksien poistamisen aikana 15. VI. niistä löytyi enää vain muutamia yksilöitä. Kolmiviikkoisen lentoajan kuluessa kuhunkin feromoniansaan kertyi hakkuu-alueella keskimäärin 45 kirjanpainaajaa päivää kohden ja metsään sijoitettuihin feromoniansoihin vastaavasti 16 yksilöä. Suurin keskimääräinen päiväsaalis feromoniansaa kohden oli 125 kirjanpainaajaa 4. VI., ja tällöin suurin saalis yhdessä pyydyskäytäviessä oli 101 yksilöä *Ips duplicatus*-lajia ja 223 yksi-

lää *I. typographus*-lajia. Näitä yksilömääriä tarkasteltaessa on huomattava, että feromoniansojen vesivatiin ei pudonnut kuin osa feromonin paikalle houkuttelemista kirjanpainaajista. Tätä todistaa sekin, että metsässä olleeseen ikkunapyydykseen sama tuoksuannos houkutteli keskimäärin 158 kirjanpainaajaa päivässä, mikä oli 13 kertaa enemmän kuin tavallisissa feromoniansoissa metsässä. Päivän maksimisaalis ikkunapyydyksissä oli 620 yksilöä, joista 86 % oli *Ips typographus*-lajia ja 14 % *I. duplicatus*-lajia.

4. 2. Pyyntipuiden myrkytys

Käytännön torjuntatyössä tullaan todennäköisesti erilaisten feromoniansojen ohella käyttämään myös feromoneilla varustettuja myrkytettyjä pyyntipuita. Koska kokeisamme pyyntipölkkyt oli käsitelty kahdella eri torjunta-aineella, pidimme silmällä myös sitä seikkaa, olisiko näillä aineilla ollut sellaisia ominaisuuksia (nopea teho, tuoksu), jotka olisivat vaikuttaneet ansoihin kertyneisiin kuoriaismääriin. Lindaanilla käsitellyissä feromoniansoissa (vesivadeissa) oli kussakin keskimäärin 591 kirjanpainaajaa ja klorpyrifossilla käsitellyissä 394 yksilöä. Nämä keskiarvot eivät kuitenkaan tilastollisesti testattuina osoittaneet lindaanin merkitsevää paremmuutta (t-testi, $P > 0.05$).

Koejärjestelyistä johtuen myös pölkkyt ilman ipslure-preparaattia (kontrollipölkkyt) olivat myrkytettyjä. Siksi ne houkuttelivat todennäköisesti vähemmän kirjanpainaajia paikalle kuin käsittelemättömät puut olisivat tehneet. Nyt kuoriaiset kuolivat heti, eivätkä puuhun tunkeutuneet yksilöt olleet houkuttelemassa sinne lisää yksilöitä feromoniinsa tuoksulla.

Feromonipreparaatin tuoksuhoukutus oli siksi suuri, että pölkkyjen myrkytyksestä huolimatta osa kirjanpainaajista onnistui kaihautua kuoren alle ja alkaa lisääntymisensä siellä. Pölkkyt kuorittiin kokeen päättymisen jälkeen 21. VI. ja niissä olevat kirjanpainaajien syömäkuviot laskettiin. Kumpienkin kirjanpainaajalajien syömäkuviota oli lähes sama määrä: 461 syömäkuviota *I. typographus*-lajin kaivamia oli 52.3 % ja *I. duplicatus*-lajin 47.7 %. Lindaanilla käsitellyissä pölkkyissä oli kussakin keskimäärin 27 ja klorpyrifossilla käsitellyissä 20 kirjan-

painaajien kaivamaa syömäkuviota. Kun pölkkyjen kuorivaippa oli keskimäärin 0.327 m², vastaava iskeytymistiheys lindaanipölkkyissä oli 81 syömäkuviota m²:llä ja klorpyrifossipölkkyissä 62 syömäkuviota m²:llä.

Kirjanpainaajien syömäkuvioiden emokäytävien luvusta päätelty sukupuoli-indeksi oli naaraiden hyväksi 2.27 -kertainen *I. typographus*-lajilla ja 2.37 -kertainen *I. duplicatus*-lajilla. Emokäytävien luvun perusteella voitiin myös päätellä, että keskimäärin 88 kirjanpainaajayksilöä oli tunkeutunut kuhunkin lindaanilla käsiteltyyn pölkkyyn lisääntymään ja keskimäärin 67 yksilöä kuhunkin klorpyrifossilla käsiteltyyn pölkkyyn. Yksilömäärät vastaavat 13.8—18.2 % siitä kirjanpainaajamäärästä, mikä kerättiin kunkin pölkyn alla olevasta vesivadista.

Pölkkyjä kuorittaessa 21. VI. 1978 todettiin osan kirjanpainaajista kuolleen käytäviinsä (19 %). Suurin osa (81 %) oli kuitenkin lisääntynyt normaalisti ja varhaisimmat jälkeläisyksilöt olivat jo kotolasteella. Pölkkyistä tavattiin myös kolme kuusen tähtikirjaajan syömäkuviota. Kumpikin käytetty torjunta-aine esti täydellisesti kaarnakuoriaisten tunkeutumisen kontrollipölkkyihin, mutta ne eivät kyenneet kuin osaksi estämään feromonien paikalle houkuttelemien kuoriaisten lisääntymistä pölkkyissä.

4. 3. Tuoksuhoukutteen teho petohyönteisiin

Eräiden käytettyjen synteettisten kaarnakuoriaisferomonien on Pohjois-Amerikassa todettu houkuttelevan paikalle myös tiettyjä kaarnakuoriaisten petoina eläviä kova-kuoriaisia (BORDEN ym. 1975). Mikäli metsässä käytetään valikoimatta tappavia pyydysmenetelmiä, kuten myrkytettyjä pyyntipuita, liimapyydyksiä tai nesteansoja, tuhoaan samalla metsälle hyödyllisiä hyönteisiä. Kirjanpainaajalle tarkoitettun ipsluren on todettu (BAKKE ja KVAMME 1978) Norjassa houkuttelevan myös kaarnakuoriaisten tehokkaina petoina tunnettujen muurahaiskuoriaisten *Thanasimus formicarius* L. ja *T. rufipes* Brahm aikuisia.

Sama todettiin kokeisamme. Miltei kaikki 26. V. mennessä tulleista 218:sta muurahais-

kuoriaisista (205 *T. formicarius*'ta ja 13 *T. rufipes*'ta) olivat feromonipyydyksissä ja mainitun päivämäärän jälkeen lisää tulleet 50 muurahaiskuoriaista iskeytyivät kaikki feromonipyydyksiin.

Kaarnakuoriaisten käytävissä eläviä konakuoriaisia (*Epuraea*) tuli feromonipyydyksiin noin neljä kertaa enemmän kuin kontrolliin. *E. bickhardti* Dev. ja sille läheisten määrittämättömien lajien yksilöitä tuli feromonipyydyksiin 211 kpl ja kontrolliin 50 kpl. Mieluiten kosteissa paikoissa elävän *E. pygmaea* Gyll. lajin yksilöitä tuli pyydyksiin vastaavasti vain 11 ja 3 kpl.

Sensijaan käytetyllä feromonivalmisteella ei havaittu olevan mitään vaikutusta hiukan myöhemmin parveileviin ja etupäässä maanpinnan lähellä kosteissa oloissa lisääntyvien kaarnakuoriaislajien (*Dryocoetes*, *Hylastes*) petoina (ks. NUORTEVA 1956) eläviin kova-kuoriaislajeihin. Niinpä 80:stä *Rhizophagus ferrugineus* Payk. aikuisesta 48 % tuli feromonipyydyksiin ja 30:stä *Pityophagus ferrugineus* L. aikuisesta tasan puolet.

4. 4. Torjunnan vaikutus metsikössä

Arvioitaessa tuoksuaineiden avulla pyydystettyjen kirjanpainaajayksilöiden merkitystä torjuntakeinona tutkittavassa metsikössä, on muistettava, että käytettyihin feromoniansoihin ei jäänyt kaikki paikalle lentäneet kaarnakuoriaiset. Vain nopeasti

kuolleet ja alas pudonneet kirjanpainaajat saatiin talletetuiksi. Niitä oli, kuten jo edellä on mainittu, kaikkiaan 13 745 yksilöä.

Laskettaessa, paljonko elintilaa kuoren alla tällainen aikuisten määrä tarvitsisi syömäkuviotaan varten, on otettava huomioon, että kirjanpainaajat ovat moniavioisia. Jokaisessa syömäkuviossa on tavallisesti useita naaraita ja vain yksi koiras. Yleensä kuviossa on keskimäärin 2.3 naarasta koirasta kohden (esim. TRÄGÅRDH ja BUTOVITSCH 1935), mikä luku sopii hyvin meidänkin tutkimuksemme todettuun sukupuolijakautumaan. Tämän perusteella koko kirjanpainaajasaalis olisi eloon jäädessään muodostanut 4 177 syömäkuviota. Kun syömäkuvioiden määrä voi vaihdella 100—240 kpl puun kuoripinta-alan neliometrillä, tarvitsisi pyydystetty kirjanpainaajamäärä asutettavakseen 17.4—41.8 m² kuorta. Edelleen TRÄGÅRDH:n ja BUTOVITSCHIN (1935, s. 120) mukaan tarkasteltuna tämä kuoriala merkitsisi jopa 2—5 kookkaan kuusen kuolemista tutkitussa metsässä kirjanpainaajien takia.

Pyydysten keräämä yksilömäärä vähensi siis tuntuvasti paikallista kirjanpainaajakantaa. Kun vielä osa tutkimusmetsän kirjanpainaaja-aikuisista todennäköisesti hakeutui läheisellä hakkuualalla keväällä olleeseen puutavaraan, on selvää, että kirjanpainaajien paine iskeytyä pystypuihin väheni oleellisesti. Niinpä ei tutkimuskesänä enää yhtään puuta kuollut pystyyn.

KIRJALLISUUS

- BAKKE, A. 1973. Bark beetle pheromones and their potential use in forestry. OEPP/EPPO Bull. 9: 5—15.
- » — 1976. Spruce bark beetle, *Ips typographus*: pheromone production and field response to synthetic pheromones. Naturwissenschaften 63: 92.
- » — 1978. Barkbillens kjemiske språk. Naturen, Bergen 1978 (1): 32—37.
- » — , FRØYEN, P. & SKATTEBØL, L. 1977. Field responses to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. Naturwissenschaften 64: 98.
- » — & KVAMME, T. 1978. Kairomone response by the predators *Thanasimus formicarius* and *Thanasimus rufipes* to the synthetic pheromone of *Ips typographus*. Norw. J. Ent. 25: 41—43.
- BORDEN, J., VANDERSAR, J. J. & STOKKINK, E. 1975. Secondary attraction in the Scolytidae: An unnotated bibliography. Simon Frazer Univ. Pest Management Pap. 4: 1—102. Burnaby.
- BRAND, J. M., BRACKE, J. W., MARKOVETZ, A. J., WOOD, D. L. & BROWNE, L. E. 1975. Production of verbenol pheromone by a bacterium isolated from bark beetles. Nature, Lond. 254: 136—137.
- KANGAS, E. 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Referat: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheit und Waldbaufrage. Acta For. Fenn. 52 (5): 1—192.
- KRAWIELITZKI, S., KLIMETZEK, D., BAKKE, A., VITE, J. P. & MORI, K. 1977. Field and

- laboratory response of *Ips typographus* to optical pure pheromonal components. Z. Angew. Ent. 83: 300–302.
- LÖYTTYNIEMI, K., AUSTRÄ, O., BEJER, B. & EHNSTRÖM, B. 1979. Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972–1976. Seloste: Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972–1976. Folia For. 395: 1–13.
- NIEMEYER, H. & WATZEK, G. 1977. Lockstoff-Fallen: Versuche zur Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus*) ohne Fangbäume und Insektizide. Allg. Forstzeitschr. 32: 1009–1010.
- NUORTEVA, M. 1956. Über den Fichtenstamm-Bastkäfer, *Hylurgops palliatus* Gyll., und seine Insektenfeinde. Selostus: Tutkimuksia vaippanilurista, *Hylurgops palliatus* Gyll. ja sen hyönteisvihollisista. Acta Ent. Fenn. 13: 1–118.
- TRÄGÅRDH, I. & BUTOVITSCH, V. 1935. Redogörelse för barkborrekampanjen efter stormhärjningarna 1931–1932. Referat: Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den Sturmverheerungen 1931–1932. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 28 (1): 1–268.
- WELLENSTEIN, G. 1954. Die grosse Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944–1951. 496 p. Ringingen.
- VITE, J. P., BAKKE, A. & RENWICK, J. A. 1972. Pheromones in *Ips* (Coleoptera, Scolytidae): Occurrence and production. Canad. Ent. 104: 1967–1975.
- » — & FRANCKE, W. 1976. The aggregation pheromones of bark beetles: progress and problems. Naturwissenschaften 63: 550–555.

SUMMARY:

USE OF SYNTHETIC PHEROMONES FOR THE CONTROL OF SPRUCE BARK BEETLES IN A HEAVILY INFESTED SPRUCE STAND

Many of the trees in an over-aged Norway spruce stand (4 ha) in SE-Finland had been dying-off over a period of several years, one of the causes being *Ips*-bark beetles. The stand was valuable as a permanent demonstration site because the trees possessed an exceptionally high genetic quality and were also used for seed collection. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of pheromone preparation, ipslure (BAKKE 1978, fig. 1), new to Finland, in order to prevent more of the trees from dying-off.

A total of 20 pherome traps (figs. 2–3) were used in the forest, 5 of them being situated in a 1 ha clear-cut area close to the stand. One of the traps in the forest was furnished with four 40 × 50 cm window traps. The fresh spruce bolts used in the traps (fig. 2) were sprayed with 0.4 % a.i. lindane or chlorpyrifoss in advance. The same number of similar traps, lacking the pheromone preparation, were used for control purposes.

A total of 13 783 *Ips*-beetles were captured during the period 18. V.—15. VI. 1978, 99.7 % of them in the pheromone traps and only 0.3 % in the traps lacking the pheromone. The preparation was very effective for both *Ips typographus* and *Ips duplicatus* (table 1). As there were only a few specimens of *Ips amitinus* in the material, we were unable to determine whether ipslure is attractive to this species. We also found that the numbers of *I. typographus* and *I. duplicatus*

captured inside the spruce stand and in the clear-cut area differed. Inside the stand, 95.0 % of all specimens of the two species captured were *I. typographus* and only 5.0 % *I. duplicatus*. In the clear-cut area the corresponding proportions were 60.0 % and 40.0 %, respectively. The highest daily catch in a single trap was 324 specimens.

The average catches in the traps containing bolts sprayed with lindane or with chlorpyrifoss, were 591 and 394 specimens, respectively, during the course of the study. Statistical treatment of the means did not indicate preference for lindane as opposed to chlorpyrifoss (t-test, $P > 0.05$).

Common predators of the bark beetles, *Thanasius formicarius* L. and *T. rufipes* Brahm. were numerous (268 specimens) in the pheromone traps, but were almost completely absent in the traps lacking ipslure. Of the other predators which live in the galleries of bark beetles, *Epuraea bickhardti* Dev. (and a few very closely related species) were also much more numerous in the pheromone traps (211 specimens) than in the controls (50 specimens). *Epuraea pygmaea* Gyll. which prefers to live in the galleries when they are moist, was almost completely absent from the material (11 and 3 specimens, respectively). We also found that ipslure did not seem to affect *Rhizophagus ferrugineus* Payk. or *Pityophagus*

ferrugineus L. because their distribution between the pheromone and control traps was almost the same (48–50 %). This seems to be rather natural, as these species are known to prefer *Hylastes* and *Dryocoetes* bark beetles (NUORTEVA 1956).

In order to evaluate the benefits of using this method of capturing harmful bark beetles so as to protect the forest, we must also consider the

numbers of beetles which were attracted, but not captured in the trap hence were not counted. The number of beetles captured in this experiment (13 745) would have attacked bark surface amounting to 41.8 m² (cf. TRÄGÅRDH and BUTOVITSCH 1935), which in a valuable stand like this would mean the dying-off of five 27 m high trees with a d.b.h. of 27.1 cm.