

KUUSEN JA MÄNNYN KÄPY- JA SIEMENTUHOT

Pekka Helenius
Katri Himanen
Markku Nygren
Eeva Vaahtera
Tiina Ylioja



Luonnonvarakeskus (Luke)
Suonenjoki 2015

Tekijät

Pekka Helenius

pekka.helenius@luke.fi
p. 029 532 5348

Katri Himanen

katri.himanen@luke.fi
p. 029 532 5276

Markku Nygren

markku.nygren@luke.fi
p. 029 532 4187

Tiina Ylioja

tiina.ylioja@luke.fi
p. 029 532 4916

Eeva Vaahtera

Kansikuva: Markku Nygren

Valokuvat:

PH = Pekka Helenius
KH = Katri Himanen
PM = Pekka Malinen
MN = Markku Nygren
EO = Erkki Oksanen
SP = Sakari Pönniö
JS = Johanna Siitonen
EV = Eeva Vaahtera
PV = Pekka Voipio
TY = Tiina Ylioja

Piirroksset ja taitto: Eeva Vaahtera

© 2015 Luonnonvarakeskus (Luke)

ISBN (painettu julkaisu) 978-952-326-040-5
ISBN (pdf) 978-952-326-041-2

Tammerprint Oy
Tampere 2015

Alkusanat

Hyvälaatuisen siemenen käyttö on yksi onnistuneen metsänuudistamisen perusedellytyksistä. Niin taimitarha- kuin metsäkylvöissäkin tarvitaan elinvoimaista ja hyvin itävää siementä. Taimitarhoilla, kymmeniä miljoonia taimia tuotettaessa pieneltäkin tuntuva itävyyden lasku aiheuttaa taloudellisesti merkittäviä tappioita.

Jalostettua siementä tuotetaan metsänuudistamisen tarpeisiin erityisillä siemenviljelyksillä. Erityisesti kuusen siemenviljelyssiemenestä on jatkuvasti pulaa ja näyttää siltä, että tilanne säilyy lähivuosina ennallaan. Kuusen taimihuollossa onkin jouduttu turvautumaan useina vuosina metsikkösiemenen käyttöön ja taimien tuontiin. Kuusen siementuotannossa ongelmana ovat siemeniä ja käpyjä tuhoavat hyönteiset ja taudit. Toistaiseksi meillä ei ole käytössä hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita tai muita torjuntakeinoja näitä tuhonaiheuttajia vastaan.

Siemenviljelysten perustamiseen ja hoitoon on käytetty ja käytetään runsaasti yhteiskunnan ja yritysten resursseja, joten on taloudellisesti perusteltua kehittää tuhojen torjuntamenetelmiä siemenviljelyksille. Tässä ammattilaisille suunnatussa opaskirjassa esitellään tärkeimmät metsäpuiden käpy- ja siementuholaiset ja niiden torjuntamahdollisuudet. Tarkastelussa ovat kukinnan ja siementen kehityksen aikana esiintyvät tuhonaiheuttajat, mutta käsittelemme myös kylvösiementuhoja. Olemme rajanneet tarkastelun taloudellisesti tärkeimpiin havupuihimme, mäntyyn ja kuuseen.

Opas perustuu Lukessa (ent. Metsäntutkimuslaitos) meneillään olevaan hankekokonaisuuteen Tulevaisuuden metsät ja metsänhoito. Työ tehtiin pääosin Pohjois-Savon ELY-keskuksen myöntämä ESR-rahoituksella.

Tekstiä ovat kommentoineet tutkijat Marja Poteri, Arja Lilja, Antti Pouttu ja Juha Siitonen sekä ylitarkastajat Kari Leinonen Elintarviketurvallisuusvirasto Evirasta ja Sanna Paanukoski Maa- ja metsätalousministeriöstä. Useat henkilöt ovat luovuttaneet valokuviaan oppaaseen. Esitämme parhaimmat kiitokset kaikille työtämme tukeneille.

Suonenjoella ja Vantaalla toukokuussa 2015

Tekijät



1. SIEMENTUOTANNON TOIMINTAYMPÄRISTÖ 7

2. HAVUPUIDEN SIEMENEN KEHITYS 15

- Kukinta ja siemenvuodet 15
- Kukkasilmujen kehitys 16
- Kukinta 19
- Hedelmöitys ja siementen kypsyminen 22
- Siementen variseminen 23

3. TUHOELIÖT 25

- Yleistä käpyjen ja siementen tuhohyönteisistä 25
- Kuusen - ja männyn käpyjen tuhohyönteiset 32
 - Kuusenkäpykääriäinen 32
 - Käpykoisa 37
 - Käpymittarit 42
 - Kuusenkäpykärpänen 46
 - Kuusenkäpysääski 50
 - Kuusensiemenniilukainen 52
 - Kuusensiemensäski 54
 - Käpypikikärsäkäs 56
 - Muut männyn ja kuusen kävyistä tavattavat lajit 61
- Käpyruosteet 65
 - Kuusentuomiruoste 67
 - Kuusentalvikkiruoste 71
 - Ruostetuhojen ennakointi ja torjunta 72
- Siementuhot maassa 73
 - Bioottiset tuhot 73
 - Abioottiset tuhot 81
 - Tuhojen torjunta maassa 83

Tuhoaiheuttajat käpyjen keruussa ja varastoinnissa	85
Kuusen kävyistä siemeniin siirtyvä <i>Sirococcus conigenus</i>	85
Muut käpyjen ja siementen mukana kulkeutuvat sienet	88
Kuinka vähentää siementen mukana kulkeutuvien sienten määrää	90

4. KASVINSUOJELU SIEMENVILJELYKSILLÄ 95

Kestävä kasvinsuojelu ja integroitu torjunta	93
Kasvinsuojelun tilanne siemenviljelyksillä	94
Integroitua kasvinsuojelua siemenviljelyksillä	95
Siemenviljelysten sijainti ja hoitotoimenpiteet	95
Käpyjen keruu torjuntamenetelmänä	96
Torjunta kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla	100
Käpykoisan ja kuusensiemenmittarin torjunta biologisella kasvinsuojeluaineella	101
Runkoon injektoidavat kasvinsuojeluaineet	102
Kasvinsuojeluaineiden hyväksymiskäytäntö	104
Tehoaineet hyväksytään EU:ssa ja valmisteet kansallisesti	104
Minor use - hyväksynnällä kasvinsuojeluaineita siemenviljelyksille	105
Koetoimintaluvalle kasvinsuojelun kehitystyötä siemenviljelyksille	105

SANASTO 108

KIRJALLISUUTTA 113

HAKEMISTO 120

LIITTEET



1

SIEMENTUOTANNON TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Pekka Helenius

Suomessa vuotuinen metsänuudistamisala on noin 120 000 ha, josta metsänviljelyn, eli kylvön ja istutuksen osuus on neljä viidesosaa. Metsänviljelyn vuotuinen kokonaissiementarve on tällä hetkellä noin 10 000 kg, josta valtaosa (8000–9000 kg) käytetään männyn metsäkylvöön. Männyn ja kuusen taimitarhakylvöihin käytetään yhteensä noin 1500 kg siementä.

Taimitarhakylvöissä männyn osuus on viime vuosikymmeninä vähentynyt ja kuusen osuus vastaavasti lisääntynyt. Vuonna 2013 taimitarhoilla tuotettiin kuusen taimia 32 miljoonaa enemmän ja männyn taimia 32 miljoonaa vähemmän kuin vuonna 1993. Vastaavana ajanjaksona männyn metsäkylvöpinta-ala on ollut pienimmillään 21 400 ha (2013) ja suurimmillaan 34 100 ha (1999). Siemenkiloiksi muutettuna edellä mainitut kylvöpinta-alat vastaavat karkeasti 6500 kg:n ja 10 000 kg:n vuotuista käyttöä. Siementarve voi siis vaihdella suuresti verrattain lyhyessä ajassa.

Siemeniä tuotetaan metsänviljelyn tarpeisiin erityisillä siemenviljelyksillä. Niissä kasvavat oksavartteet ovat peräisin talousmetsien parhaista puuyksilöistä eli ns. pluspuista. Pluspuut monistetaan kasvullisesti liittämällä niistä kerättyjä varteoksia ns. perusrunkoihin (varttaminen) jo taimikasvatusvaiheessa. Samasta pluspuusta monistetut vartteet ovat perimältään identtisiä ja kuuluvat samaan klooniiin.

Vartteet istutetaan siemenviljelyksille muutaman vuoden ikäisinä. Yksittäisen siemenviljelyksen perustamiseen käytetään vähintään 20 kloonina ja vartteiden istutuspaikat valitaan siten, että kloonit risteytyisivät mahdollisimman tasaisesti keskenään. Mäntyvartteet alkavat tuottaa siementä 10–15 vuoden ikäisinä ja kuusivartteet kymmenisen vuotta myö-

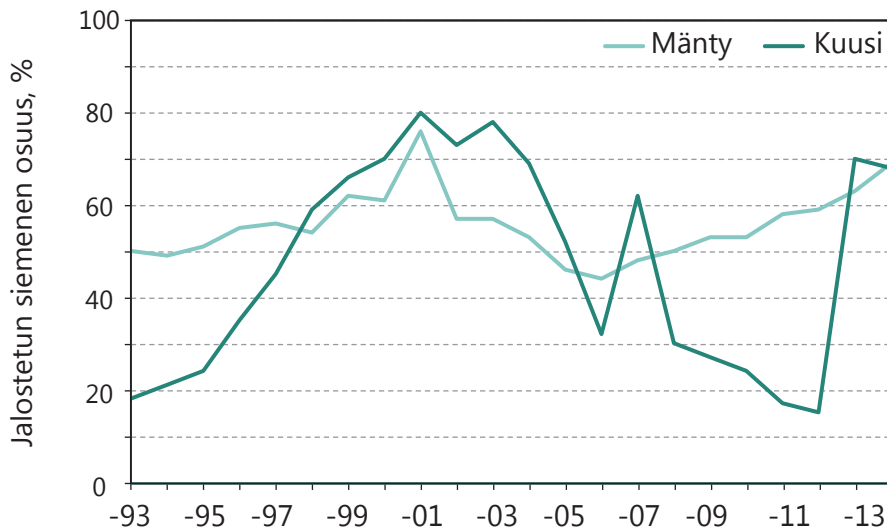


Kuvat 1.1 ja 1.2. Valtaosa männyn metsäkylvöstä (ylempi kuva) tehdään nykyään koneellisesti maanmuokkauksen yhteydessä. Metsäkylvössä siemenen alhaista itävyyttä voidaan kompensoida tiettyyn rajaan asti lisäämällä siemenmäärää. Taimitarhakylvössä (alempi kuva) siemeneltä vaaditaan sen sijaan korkeaa itävyyttä ($\geq 95\%$), jotta kylvö voidaan tehdä kustannustehokkaasti ns. yksisiemenkylvönä. (kuvat PH).

hemmin. Siemenviljelyksiltä saatavassa jalostetussa siemenessä yhdistyvät pluspuuvanhempien hyvät perintötekijät: jälkeläiset ovat kasvultaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan keskimääräistä parempia. Siemeniä kerätään myös talousmetsistä päätehakkuiden yhteydessä.

Siemenviljelyksiä on mm. Metsähallituksella (Siemen Forelia Oy hallinnoi), Tapio Silva Oy:llä, OTSO:lla ja UPM Metsällä. Valtio tukee siemenviljelysten perustamista maanhankintaa lukuun ottamatta, edellyttäen että viljelys on siementarvearviotyöryhmän päivitetyn ohjelman mukainen. Männyn rekisteröityjen siemenviljelysten pinta-ala oli vuoden 2014 lopussa yli viisinkertainen kuuseen verrattuna (1879 ha / 370 ha). Siemenviljelyksiltä saatavaa jalostettua männyn siementä riittää Etelä- ja Keski-Suomessa taimitarhakylvön lisäksi myös metsäkylvöön. Sitä vastoin Pohjois-Suomessa taimitarhakylvöissäkin joudutaan käyttämään osin jalostamatonta siementä. Jalostetusta kuusen siemenestä on pulaa taimitarhakylvöissä koko maassa.

Taimitarhojen lisääntyneeseen siementarpeeseen nähden liian alhaisen siemenviljelyspinta-alan lisäksi kuusen siementuotannon ongelmina ovat epäsäännöllinen kukinta ja siemensatoa alentavat tuholaiset ja sienitaudit. Tästä johtuen vuosikymmeniä jatkuneen metsänjalostustyön aikaansaamat parannukset puuston kasvussa ja laadussa ovat jääneet osin toteutumatta talousmetsissä. Vuosikertojen väliset vaihtelut metsänviljelyaineistossa ovat



Kuva 1.3. Jalostetun siemenen osuus männyn ja kuusen taimitarhakylvössä Suomessa vuosina 1993–2014. (Lähde: Elintarviketurvallisuusvirasto Evira).

myös olleet suuria: esimerkiksi vuonna 2012 jalostetun siemenen osuus kuusen taimitarhakylvöissä oli vain 15 %, mutta nousi hyvän siemenvuoden ansiosta 70 %:iin seuraavana vuonna (kuva 1.3).

Kävyt kerätään siemenviljelyksillä suoraan latvuksista pääasiassa urakoitsijoiden toimesta. Talousmetsien päätehakkuilta (ns. metsikkökeräys) käpyjä voivat maanomistajan luvalla kerätä myös asiasta kiinnostuneet yksityishenkilöt. Metsikkökeräyksetkin ovat yleensä ohjattuja, koska metsänviljelyaineiston kaupasta annetun lain (241/2002) mukaan siemenen keräyksestä myyntiä varten pitää ilmoittaa Elintarviketurvallisuusvirasto Eviralle viimeistään kaksi viikkoa ennen keruun aloitusta. Käpyjen myyjän tulee myös olla rekisteröitynyt metsänviljelyaineiston toimittajaksi. Edellä mainittu koskee myös yksityishenkilöitä, ellei keruuta tehdä toisen rekisteröityneen toimijan (esimerkiksi MHY tai siementuottaja) lukuun erikseen osoitetuista kohteista.

Evira hyväksyy siemenkeräysilmoitukset ja tulostaa ilmoituksen tekijälle käpyerän tunnistemerkin sisältävän käpyetiketin. Käpyetiketti tai muu vastaavat tiedot sisältävä dokumentti täytyy löytyä kaikista myyntiin menevistä käpyeristä. Eri lähtöisyysalueilta peräisin olevia käpyeriä ei saa sekoittaa. Kävyille on hyvä olla myös ostaja tiedossa ennen keruuta. Kävyneruusta saatava tulo on verovapaata, siltä osin kun sitä ei katsota palkaksi. Omasta metsästä ja omaan käyttöön käpyjä saa kerätä ilman rekisteröitymistä ja siemenkeräysilmoitusta.



Kuva 1.4. Nuori männyn siemenviljelys Orimattilassa. Männyn siemenviljelys alkaa tuottaa siementä 10–15 vuoden iässä, kuusen siemenviljelys kymmenisen vuotta myöhemmin. (kuva PH).

Kävynkeruu alkaa yleensä syyskuun loppupuolella, kun siemen on riittävästi tuleentunut, ja jatkuu vuodenvaihteeseen asti. Toisinaan käpyjä kerätään vielä alkuvuodestakin. Runsas lumi ja kova pakkanen vaikeuttavat käpyjen keruuta ja saattavat heikentää siementen laatua. Erityisen haitallisia siementen laadulle ovat suuret ja äkilliset lämpötilanvaihtelut, esimerkiksi kova pakkanen pitkän lauhan jakson jälkeen.

Kuusella käpyjen hyönteis- ja sienituhot voivat olla joinain vuosina niin mittavia, ettei käpyjen keruu ole kannattavaa. Etenkin peräkkäisinä hyvinä käpyvuosina jälkimmäisen vuoden sadossa on usein paljon hyönteistuhoja, koska hyönteispopulaatiot ovat päässeet kasvamaan suuriksi ensimmäisen vuoden sadon turvin. Kuusi yrittääkin välttää hyönteistuhoja kukkimalla harvoin ja epäsäännöllisesti. Käpyjen keruusta voi tehdä kannattamatonta myös suuri tyhjien siementen osuus, joka on seurausta heikosta pölytyksestä. Ennen laajamittaista käpyjen keruuta siementen laatu kannattaa varmistaa käpynäytteellä, josta selvitetään tuhot, siemensaanto ja siementen laatu (mm. tuleentuminen) esimerkiksi röntgenkuvauksella tai idätystestillä (kuvat 1.6 ja 1.7).

Kuva 1.5. Varttuneemmilla siemenviljelyksillä käpyjen keruu ja tarvittaessa myös osa vartteiden hoitotoimenpiteistä tehdään henkilönostimilla. (kuva PH).





Kuva1.6. Idätystestissä siemeniä pidetään kostean imupaperin päällä optimaalisissa valo- ja lämpöoloissa 2–3 viikkoa ja seurataan sirkkajuuren kasvua sekä mahdollisten taudinaiheuttajien esiintymistä. Siemen tulkitaan itäneeksi, kun sikkavarren ja -juuren yhteinen pituus ylittää neljä kertaa siemenen pituuden. (kuva Luke/metsäpuiden siemenlaboratorio).




Kuva 1.7. Röntgenkuvauksella saadaan nopeasti ja luotettavasti selville siemenen laatu. Ylärivissä terveitä, hyvin tuleentuneita kuusen siemeniä, keskimmaisella rivillä tyhjiä siemeniä ja alimmalla rivillä siemeniä, joiden sisällä on hyönteisen toukka. (kuva Luke/metsäpuiden siemenlaboratorio).

Kävyt varastoidaan ennen karistusta yleensä suursäkeissä tai erityisissä käpykonteissa. Rajallisesta karistuskapasiteetista johtuen kävyt voivat joutua olemaan säkeissä tai konteissa useita kuukausia ennen karistusta. Tämän takia välivarastointiolosuhteisiin tulee kiinnittää huomiota, ettei siementen laatu heikkene ennen karistusta. Hyvä ilmanvaihto ja alhainen lämpötila ($< 10^{\circ}\text{C}$) ehkäisevät käpyjen homehtumista ja haitallisten taudinaiheuttajien leviämistä käpyjen ja siementen pinnalla. Tärkeintä on kuitenkin suojata kerätyt kävyt sateelta ja sadeveden maaroiskeilta.

Siemenet karistetaan kävyistä syksyn ja talven aikana käpykaristamalla $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$:een lämpötilassa. Karistuksen jälkeen niistä poistetaan lenninsiiivet. Tyhjät, toukkaiset ja pienet siemenet poistetaan terveiden ja täysikoisten siementen joukosta koko- ja painolajitteloilla. Siemen jonka sisällä on hyönteisen toukka, painaa lähes yhtä paljon kuin terve siemen. Tämän takia niiden erottelu voi olla hankalaa etenkin tuoreissa siemenerissä (ks. s. 53 ja 55).



Kuva 1.8. Siemenviljelyksiltä kerätyt kävyt varastoidaan usein käpykontteihin tai suursäkeihin ja kuljetetaan niissä käpykaristamolle. Käpykuormaa puretaan karistamon pihalla lokakuussa. (kuva PH).



Karistuksen ja puhdistuksen jälkeen siemenet varastoidaan ilmatiiviissä pakkauksissa kylmä- tai pakkasvarastoon odottamaan käyttöä. Hyvin tuleentunut, kuiva havupuun siemen säilyttää itävyytensä pakkasvarastossa vuosikymmeniä.

2

HAVUPUIDEN SIEMENEN KEHITYS

Markku Nygren

Kukinta ja siemenvuodet

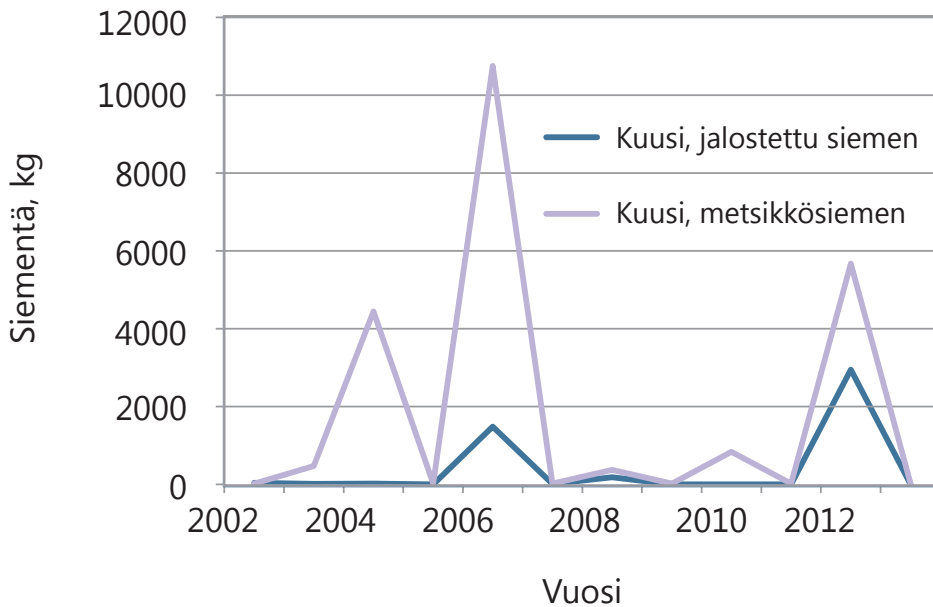
Metsäpuumme uudistuvat suvullisesti eli siemeniä tuottamalla tai kasvullisesti juuri-, kanto- tai tyvivesoista. Joissakin tapauksissa laji säilyy kasvupaikalla vain kasvullisesti uudistumalla. Hyvä esimerkki tästä on haapa, jonka suvullinen uudistuminen siemenistä on hyvin epävarmaa.

Mänty ja kuusi uudistuvat suvullisesti. Molemmat ovat yksikotisia ja yksineuvoisia puita: yksittäisessä puussa on sekä hede- että emikukkia ja heteet ja emit ovat eri kukissa. Siemensadon muodostuminen on kummallakin lajilla monivaiheinen ja pitkäkestoinen tapahtumasarja. Kukka-aiheiden synnystä siementen valmistumiseen kuluu männyllä aikaa noin kaksi ja puoli vuotta ja kuusella noin puolitoista vuotta.

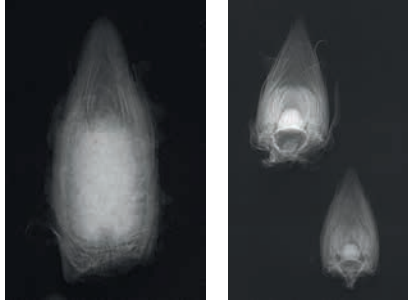
Runsas kukinta ei aina takaa hyvää siemensatoa. Esimerkiksi männyllä hyvälaatuisen siemensadon edellytyksenä on kolmen sääoloiltaan lämpimän kesän jakso: ensimmäisenä kesänä – erityisesti alkukesällä - lämpö ja myös kuivuus ovat tärkeitä kukkasilmujen muodostumisen kannalta. Toinena kesänä on edullista, jos kukinnan aikana on lämmin poutasää. Kolmannen kesän ollessa lämmin, siemenet kypsyvät ja tuleentuvat hyvin.

Kukkasilmujen kehitys

Kukkasilmuja kehittyy vain sellaisiin puihin, jotka ovat sivuuttaneet ns. nuoruusvaiheen. Männyt alkavat tehdä siementä kohtuullisen varhain, yksittäispuina jo 15–20-vuotiaina. Kuusella kukinta alkaa myöhemmin, metsiköissä aikaisintaan noin 30 vuoden iässä. Molemmilla puulajeilla siemensadot runsastuvat iän myötä ja ovat suurimmillaan päätehakkuikäisissä metsiköissä. Siemenviljelyksillä, missä oksavartteita hoidetaan nimenomaan siementuotantoa silmälläpitäen, kukinta alkaa aikaisemmin kuin talousmetsissä.



Kuva 2.1. Kuusen kukinta ja kerätyt siemensadot vaihtelevat samassa rytmissä talousmetsissä ja siemenviljelyksillä. Kuusen jalostettua, alustavasti testattua siementä on saatu viimeisen kymmenen vuoden aikana talteen vain kaksi kertaa.



Kuvat 2.2 ja 2.3. Kuusen silmutyypit erottuvat selvästi läpivalaisussa. Vasemmalla emisilmu, oikealla ylhäällä hedesilmu ja alhaalla kasvusilmu. Kaikki samassa mittakaavassa. (kuva: Luke/Metsäpuiden siemenlaboratorio).

Kukkasilmujen kehitys käynnistyy alkukesällä, jolloin osa puun silmuista alkaa erilaistua hede- ja emikukiksi, osan jäädessä tavallisiksi kasvusilmuiksi. Kuiva, aurinkoinen ja lämmin sää alkukesällä edistää kukkasilmujen syntyä. Näin erityisesti siinä tapauksessa, että syntyvuotta edeltävä kasvukausi on ollut viileä. Runsaat peräkkäiset satovuodet ovat harvinaisia kummallakin puulajilla eikä varsinkaan emikukkasilmuja kehity joka vuosi. Tämä näkyy varsinkin kuusella, jolla runsaita kukkimisvuosia on korkeintaan pari kertaa vuosikymmenessä.

Männyllä hyviä kukintavuosia esiintyy kuusta useammin ja etenkin hedekukinta voi sillä toistua runsaana useana peräkkäisenä vuotena. Molemmilla puulajeilla hyviä kukintavuosia on Pohjois-Suomessa harvemmin kuin Etelä-Suomessa. Siementen monivaiheisesta kehityksestä ja tuhoista johtuen erinomainen kukinta ei aina takaa runsasta siemenvuotta.

Silmujen valmistuessa syksyllä kukkasilmut erottuvat kasvusilmuista. Kuusella hedesilmut ovat muodoltaan pyöreitä ja hieman kookkaampia kuin kasvulliset silmut. Emisilmut ovat pitkänomaisia ja suurikokoisia verrattuna toisiin silmutyyppeihin. Ne kehittyvät kuusella aina versojen kärkeen, hedesilmut väli-, hanka- ja sivusilmuihin. Männyllä emisilmut kehittyvät pitkäverson kärkiosaan, heteet puolestaan pitkäverson tyvipuolelle, neulasparien paikalle.

Uinuvia talvisilmuja halkaisemalla voidaan ennustaa tulevan kevään kukintaa. Luonnonvarakeskus julkaisee vuosittain siemensatoennusteita, jotka perustuvat säätekijöihin ja silmunäytteiden analyysiin. Kuusella myös oravien syöntijäljistä voi päätellä, että on tulossa runsas kukintavuosi. Orava käyttää ravintonaan kuusen hedesilmuja ja niitä irrottaessaan pudottaa usein hangelle versonpätkiä.



Kuva 2.4. Vasemmalla ylhäällä kuusen emikukinto ja oikealla hedekukinto. Alarivissä vasemmalla männyn emikukinto ja oikealla hedekukinto.

Kukinta

Talvehtimisen jälkeen kukkasilmut avautuvat ja siitepöly leviää touko-kesäkuussa, kuusella hieman aikaisemmin kuin männyllä. Etelä-Suomessa kuusi kukkii, kun lämpösummaa (+5°C:een kynnysarvolla) on kertynyt keskimäärin 140 astevuorokautta; männyn kukinnan aikaan lämpösumma on noin 220 astevuorokautta. Kuiva, tuulinen sää nopeuttaa kukintaa ja edistää siitepölyn leviämistä.

Kukinnan aikana kuusen emikukat erottuvat selvästi kookkaankin puun latvasta. Ne ovat noin viiden sentin pituisia, punertavia ja selvästi käpymäisiä. Kukat kehittyvät latvuksen yläosiin, edellisen vuoden kasvainten kärkiin. Oltuaan aluksi pystyssä, ne kääntyvät kesän kuluessa alaspäin kehittyessään täysimittaisiksi kävyiksi.

Männyn pienet, muutaman millimetrin pituiset emikukat ovat huomattomia, punertavia ja muistuttavat jo kehityksensä alussa pientä käpyä. Ne kehittyvät kukkimisvuoden uuden verson kärkeen. Oltuaan aluksi pystyasennossa, ne kääntyvät pölytyksen jälkeen alaspäin ja kasvavat pölytyksen aikana ns. pikkukävyiksi.

Molempien puulajien hedekukat ovat emikukkia alempana latvuksessa. Männyn hedekukat ovat norkkomaisia ja väriltään kellertäviä. Ne kehittyvät kukkimisvuoden vuosikasvainten tyvipuolelle. Kuusen hedekukat kehittyvät edellisvuoden versoihin neulasten väliin. Ne ovat noin sentin pituisia, kellanpunaisia kukintoja.

Molemmilla lajeilla siemenaiheet löytyvät emikukan käpysuomujen tyveltä. Niitä on jokaista suomua kohti kaksi kappaletta, mutta kaikkiin suomuihin ei muodostu kehityskelpoisia aiheita. Erityisesti emikukkien tyvellä olevissa suomuissa siemenaiheet ovat usein surkastuneita. Männyllä yhdessä emikukassa on kehityskelpoisia siemenaiheita 20–30 kappaletta, kuusella niitä on noin kaksisataa.

Siitepölyn vapautuminen hedekukista, ns. anteesi alkaa tavallisesti kuivan ja lämpimän säätyypin aikana. Yksittäisen puun siitepöly vapautuu heteistä lyhyessä ajassa, jopa puolen vuorokauden kuluessa. Siitepölyhiukkaset kulkeutuvat molemmilla lajeilla ilmapirtausten mukana emikukintoihin, siemenaiheen pölykammioon. Kuusen siitepölyhiukkaset ovat noin neljä kertaa painavampia kuin männyn ja niiden leviämiskyky on heikompi kuin

männyllä. Osaksi tästä johtuu, että emikukkien pölyttyminen onnistuu parhaiten puhtaissa kuusikoissa, missä siitepölyä on runsaasti. Sekametsiköissä ja yksittäisissä puissa siemenaiheet voivat pölyttyä heikosti.

Kielteisimmin pölytyksen onnistumiseen vaikuttaa yksipuolinen tuulen suunta: katveessa emikukkien siemenaiheet pölyttyvät heikosti tai voivat jäädä kokonaan pölyttymättä. Siemenviljelyksillä kaikki risteytyminen ei tapahdu pelkästään pluspuiden, so. valikoitujen vanhempien välillä. Osa siemenaiheista pölyttyy aina siemenviljelyksen ulkopuolelta tulevalla siitepölyllä. Tämä taustapölytys heikentää jalostushyötyä, koska osa perimästä tulee ”tavallisista” talousmetsistä.

Anteesin jälkeen tyhjat hedekukat varisevat joko kasvukauden tai seuraavan talven aikana. Hedekukan paikalle versoon jää männyllä neulaseton kohta, ns. hedearpi. Näitä arpia samoin kuin varisseiden hedetähteiden lukumäärää ja kuivapainoa tutkimalla arvioidaan siitepölysadon määrää metsikössä. Männyn emikukasta kehittyy ensimmäisenä kesänä (= pölytyskesä) noin puolen sentin mittainen, harmaanvihreä pikkukäpy, joka talveh-tii.

Ilman siitepölyä jääneet siemenaiheet kehittyvät männyllä ja kuusella eri tavoin. Männyllä pölyttymättömistä siemenaiheista kehittyy vain surkastunut siemen ja lenninsiipi (kuva 2.5). Jos suuri osa yksittäisen pikkukävyn siemenaiheista jää ilman siitepölyä, käpy varisee pölytyskesänä kehittymättä pidemmälle. Tarkkailemalla varisevien pikkukäpyjen määrää voidaan arvioida pölytyksen onnistumista.

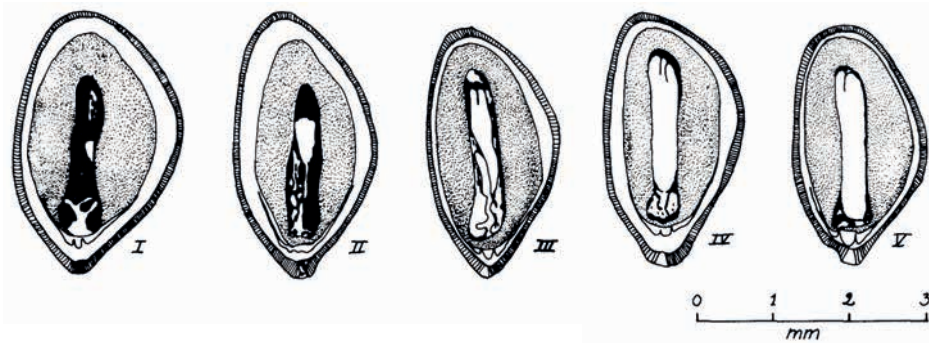


Kuva 2.5. Yksityiskohta halki leikatusta männyn kävystä. Vasemmalla normaalisti kehittynyt siemen, oikealla pölyttymättä jäänyt, surkastunut siemenaihe. Mittajana= 4 mm. (kuva: Metsäpuiden siemenopas/PV).



Kuva 2.6. Neulaseton kohta männyn versossa on hedearpi. (kuva MN).

Kuusella siemenaiheesta syntyy pölytyksen epäonnistumisesta huolimatta täysikokoinen, mutta tyhjä siemen. Huonoina kukintavuosina tyhjäsiemenosuus voi olla 60–70 % siemensadosta. Männyllä tyhjien siementen esiintyminen johtuu itsepölytyksestä. Itsesiitoksesta kehittyvät siemenet luhistuvat usein jo kehityksen alkuvaiheessa, jolloin tuloksena on jokseenkin normaalin kokoinen, mutta tyhjä siemen. Tyhjäsiemenosuus on kuitenkin männyllä huomattavasti pienempi kuin kuusella, keskimäärin 10–20 %.



Kuva 2.7. Vajaasti tuleentuneita männyn siemeniä (luokat I–IV) ja täysin kehittynyt siemen (luokka V). Halkileikatussa näytteessä erottuvat havupuun siemenen pääosat: alkio, vararavintosolukko ja siemenkuori. Kujalan (1927) tutkimuksesta.

Hedelmöitys ja siementen kypsyminen

Kukintavaiheen jälkeen männyn ja kuusen siemenaiheet kehittyvät eri tavoin. Kuusella siemenaiheet hedelmöittyvät pian kukkimisen jälkeen siitepölyhiukkasten päätyessä ilmavirtausten mukana siemenaiheen pölykammioon ja itäessä siellä. Männyllä siitepölyhiukkasten itäminen on hidasta. Niiden kasvu kohti siemenaihetta pysähtyy kasvukauden loppuun mennessä ja siemenaiheet talvehtivat hedelmöittymättöminä. Munasolu hedelmöittyykin vasta noin vuoden kuluttua pölytyksestä, kukintaa seuraavana kasvukautena, juhannuksen tienoilla. Käpy on tässä vaiheessa kehittynyt jo lähes täysikokoiseksi.

Molempien puulajien siemenet kypsyvät myöhäissyksyllä, loka-marraskuussa. Jotta männyn siemen tuleentuisi tyydyttävästi, on kävyn kaksivuotisen kehityskauden jälkimmäisen kesän keskilämpötilan (kesä-syyskuu) kohottava vähintään $+10,5^{\circ}\text{C}$:een. Oulujärven pohjoispuolella tämä ei usein toteudu. Männyn siemen tuleentuu käytännössä sataprosenttisesti, jos kasvukauden lämpösumma ($+5^{\circ}\text{C}$:een kynnyksarvolla) ylittää 950 :een astevuorokauteen. Pohjois-Suomessa esiintyy harvoin näin lämpimiä kesä, joten siemen on usein vajaasti tuleentunutta (kuva 2.7). Kuusen siemen kehittyy nopeammin kuin männyn. Se vaatii tuleentuakseen noin $9,5^{\circ}\text{C}$:een

kesälämpötilan (kesä-syyskuu); lämpösummayksiköissä ilmaistuna kuusen tuleentumisraja on noin 850 astevuorokautta.

Hyvälaatuisen ja runsaan männyn siemensadon edellytyksenä on kolmen sääoloiltaan suhteellisen edullisen kesän jakso: ensimmäinen kesä on tärkeä kukkasilmujen muodostumisen kannalta, toisena kesänä on tärkeää, että pölyttymisen aikana vallitsevat kuivat ja lämpimät olosuhteet; kolmannen kesän lämpimyyden ilmenee siementen hyvänä tuleentumisena. Etelä-Suomessa tuleentunutta männyn siementä muodostuu jokseenkin joka vuosi, mutta runsaat siemenvuodet toistuvat keskimäärin 4–5 vuoden välein. Pohjois-Suomessa, metsänrajaseudulla saattaa sitä vastoin esiintyä kymmenien vuosien pituisia jaksoja, jolloin ei saada tuleentunutta, itämiskykyistä siementä.

Siementen variseminen

Tuleentuneet siemenet talvehtivat vielä kävyssä seuraavan talven ajan. Keväällä ne varisevat kävyistä käpysuomujen vuoroin avautuessa ja sulkeutuessa ilman kosteuden mukaan. Suomut käyristyvät ulospäin pintasolkoiden kutistuessa kuivalla säällä, mutta palautuvat uudelleen alkutilaan kosteiden sääjaksojen aikana sulkien kävyn. Yksittäisten puiden ja myös saman puun yksittäisten käpyjen välillä kosteus vaihtelee, joten kävyt avautuvat eri rytmissä. Varisemisjaksosta voi näin ollen muodostua, sääoloista riippuen, useiden kuukausien mittainen. Suurin osa kuusen siemenistä varisee kuitenkin maaliskuussa ja männyn siemenistä touko-kesäkuussa. Poikkeuksellisen kuivina syksyinä kuusi voi varistaa osan siemenistään jo syystalvella. Kuusen siementen syysvarisemista on havaittu erityisesti eteläsuomalaisilla siemenviljelyksillä kasvavissa pohjoissuomalaisissa kuusivartteissa.



3

T U H O E L I Ö T

Yleistä käpyjen ja siementen tuhohyönteisistä

Tiina Ylioja

Kuusen ja männyn käpyjä tai siemeniä vioittavat hyönteiset ja sienitaudit ovat kotoperäisiä lajeja. Havupuiden siementuotannon tuho-ongelmat ovat yhteisiä Pohjoismailla ja Keski-Euroopalla. Pohjois-Amerikassa samankaltaiset lajit aiheuttavat ongelmia eri havupuulajeilla.

Monet tuhohyönteiset kuusen ja männyn kävyissä syövät siemeniä. Osa lajeista ei ensisijaisesti syö siemeniä vaan kävyn muita osia vahingoittaen siemensatoa epäsuorasti. Hyönteistoukat voivat käpyjä nakertaessaan rikkoa yhteyden emopuuhun, josta käpy saa vettä ja ravinteita. Tuolloin kävyn ja siementen kehitys jää kesken, ne kuivuvat ja voivat varista ennenaikaisesti. Lisäksi siementen itämiskyky voi alentua. Hyönteisvioletus lisää pihkaneritystä kävyissä, mikä heikentää siementen irtoamista karistuksessa.

Tuhohyönteisten lisäksi kävyissä elää tuhohyönteisten loisia, petoja ja hajotustoimintaa edesauttavia selkärangattomia. Ylivuotisilla kävyillä elävät omat lajinsa. Ne eivät ole vahingollisia siemenille. Hyönteisten lisäksi oravat ja käpylinnut verottavat osansa kuusen ja männyn siemenistä.

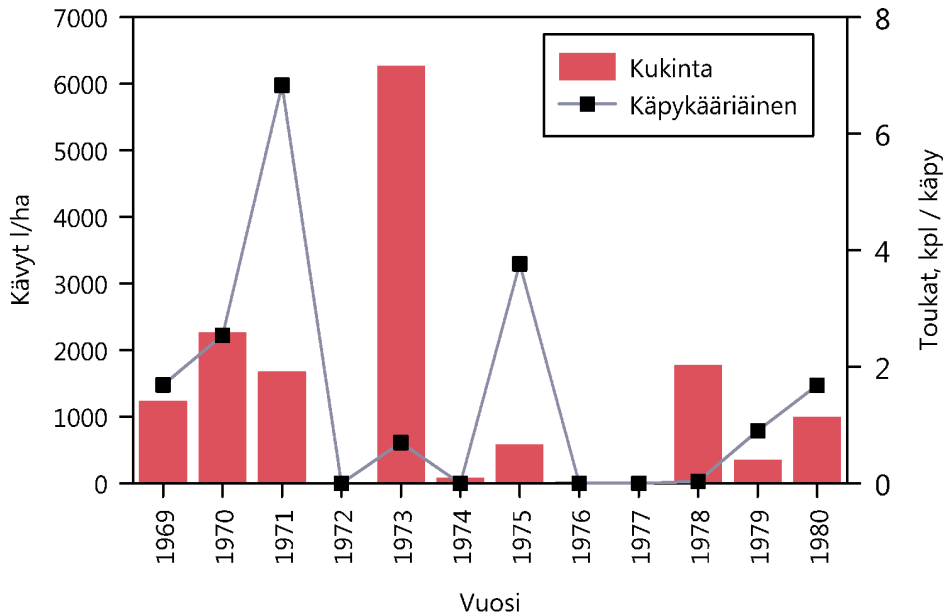


Kuva 3.1. Yhdessä kuusen kävyssä on 150–250 siementä. Lenninsiivelliset siemenet ovat kiinni pareittain kunkin käpysuomun alapinnalla. Kävyen ydintä, johon käpysuomut ovat kiinnittyneet, kutsutaan kävyen lapakoksi. Käpysuomut suojaavat kehittyviä siemeniä. Kun käpy kuivuu, suomut avautuvat ja siemenet varisevat lenninsiipineen.

Hyönteisten näkökulmasta kuusen kävyt tarjoavat sekä ajallisesti (vuosien väliset erot) että paikallisesti (metsiköiden ja siemenviljelysten sijainti ja ominaisuudet) vaihtelevan ravinnonlähteen. Kuusen käpysatojen vaihtelu vaikeuttaa käpyhyönteisten ravinnonsaantia kävyttöminä vuosina. Käpy- ja siemenhyönteisille onkin kehittynyt kaksi strategiaa: vaihtoehtoinen ravinto ja elinkierron sopeuttaminen puuttuvaan ravintoresurssiin.

Lajit voidaan jakaa erikoistuneisiin eli spesialisteihin ja moniruokaisiin eli generalisteihin. Esimerkki generalistista on käpykoisa, joka kävyttöminä vuosina käyttää muiden havupuiden käpyjä ja versoja ravinnokseen. Suuri osa käpyjä ja siemeniä vioittavista hyönteisistä on spesialisteja eli erikoistuneita syömään vain tietyn puulajin siemeniä ja käpyjä.

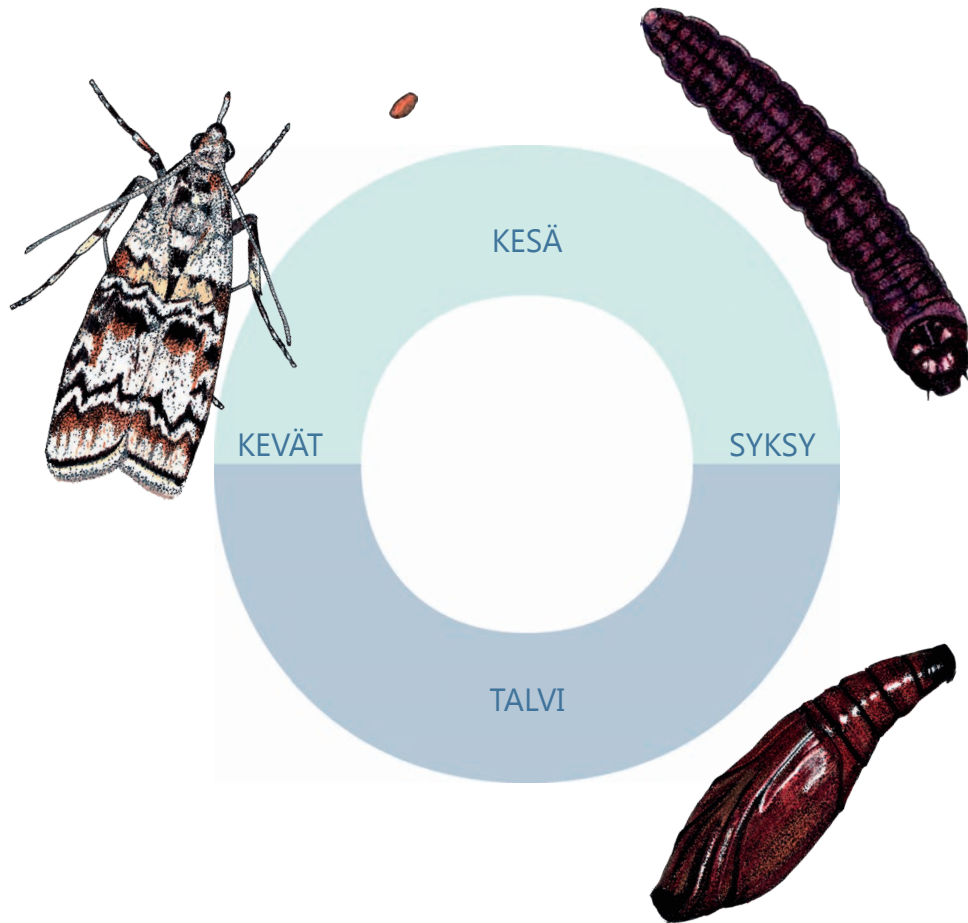
Erityisesti yhteen isäntäpuulajiin erikoistuneet lajit sopeuttavat sukupolviaikansa isäntäpuunsa harvoin toistuviin käpyvuosiin. Syksyllä hyönteiset vaipuvat diapaussiin eli lepotilaan talven ajaksi. Vaikka lajin elinkierto on periaatteessa yksivuotinen, laji välttää aikuistumista kävyttöminä vuosina. Sille on kehittynyt pidentynyt diapaussi eli jättäytyminen lepotilaan. Tuolloin hyönteinen aikuistuu vasta talvehdittuaan kahden tai useamman talven ajan.



Kuva 3.2. Käpyhyönteisten kannanvaihtelua määrää ravinnon saanti eli käpysatojen ajoittuminen suhteessa aikuisten kuoriutumiseen. Huippukäpyvuotena 1973 saatiin poikkeuksellisen runsas käpysato, jolloin kuusenkäpykääriäisen kannat olivat alhaiset. Vuodet, jolloin käpyjä oli vähän, pitivät toisaalta kantaa yllä (esim. 1969), mutta toisaalta liian runsas esiintyminen suhteessa vähäiseen käpymäärään vaikutti tuholaiskantaa vähentävästi (esim. 1979 ja 1975). Kävyttömät vuodet vähensivät tuhohyönteisiä (1976 ja 1977). Muokattu Annilan (1981) 80-vuotiaassa kuusikossa tehdystä tutkimuksesta.

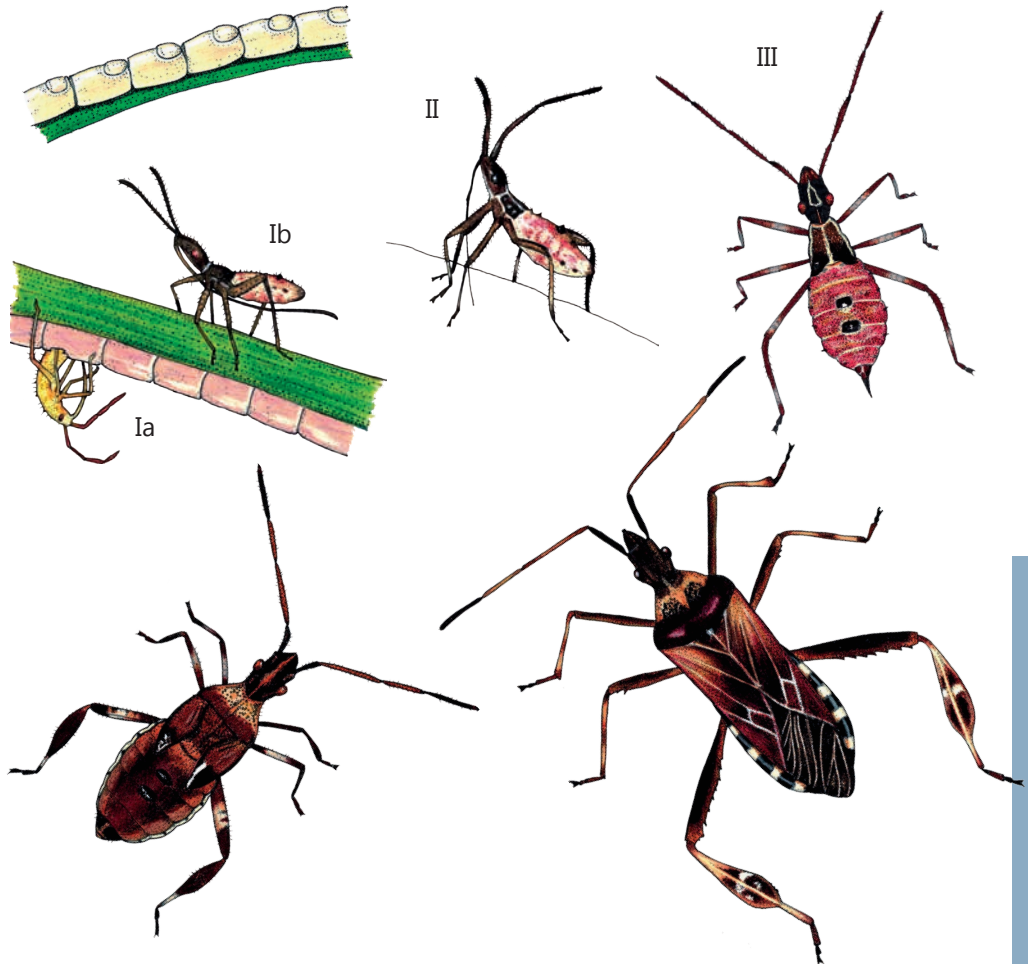
Arviot ja mittaustulokset eri tuhonaiheuttajien merkityksestä sekä siitä, kuinka usein niitä kävyissä esiintyy, vaihtelevat maantieteellisesti ja vuosittain. Mitä pidempi kuusen käpyvuosien väli on, sitä pienemmiksi tuholaiskannat käyvät. Mitä pienempi käpysato on, sitä suurempi on suhteellinen vahinko. Kuusella harvoin toistuvat runsaat käpyvuodet takaavat sen, että hyönteiset eivät aiheuta täydellisiä satomenetyksiä huippukukintavuosina (kuva 3.2).

KÄPYKOISAN ELINKIERTO JA TÄYDELLINEN MUODONVAIHDOS



Kuva 3.3. Aikuiset koisaperhoset parveilevat kesäkuussa ja munivat munansa kuusen käpyihin käpysuomujen väliin. Munasta kuoriutuu pieni toukka, joka luo nahkansa neljä kertaa. Viides ja viimeinen toukkavaihe koteloituu myöhään syksyllä ja talvehtii kotelona maassa.

LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS -LUDE JA OSITTAINEN MUODONVAIHDOS



Kuva 3.4. Pohjois-amerikkalainen *Leptoglossus occidentalis* –lude on esimerkki osittaisesta muodonvaihdoksesta. Tämä vieraslaji on levinnyt laajalti Euroopassa (ks. s. 31). Aikuinen munii munarivin neulasiin keväällä. Munasta kuoriutuu ensimmäisen vaiheen toukka eli nymfi (Ia ja Ib). Tämä muistuttaa aikuista hyönteistä, mutta on pienikokoinen ja lentokyvytön. Lajilla on viisi nymfvaihetta ja jokaisen nahanluonnin jälkeen toukka muistuttaa enemmän aikuista yksilöä. Toisen vaiheen nymfin imukärsä on hieman ruumista pidempi (II), mutta suuremmalla kolmannen asteen nymfillä se on ruumiin mittainen (III). Tällä vaiheella siiventyngät ovat selvästi havaittavissa. Myöhemmät nymfvaiheet (alin vasemmalla) muistuttavat jo aikuista ludea (alin oikealla).

Hyönteisen kehitykseen kuuluvat muodonvaihdokset, jotka ovat joko täydellisiä tai osittaisia (kuvat 3.3 ja 3.4). Täydellisessä muodonmuutoksessa toukka ei muistuta aikuista ja lisäksi elinkierrossa on kotelovaihe. Aikuisvaihe kuoriutuu kotelosta (kuva 3.3).

Toukka on sopeutunut erilaiseen elintapaan kuin aikuinen. Hyönteisten munavaihe on lyhyt ja munat kuorittuvat usein viikossa tai nopeammin. Hyönteisillä on ulkoinen tukiranka, joten niiden täytyy luoda nahkansa kasvaakseen. Eri hyönteisillä on eri määrä toukkavaiheita, joiden välillä ne luovat nahkansa. Esimerkiksi kuusenkäpykääriäisellä on neljä toukkavaihetta. Joillakin lajeilla, kuten kuusenkäpykärpäselällä, toukka luo nahkansa ensimmäisen kerran jo munan sisällä.

Kuusen kävyissä elävien, täydellisen muodonvaihdoksen läpikäyvien hyönteisten aikuisvaihe on usein hyvin lyhytikäinen: aikuisen tehtävä on ainoastaan paritua ja munia kerran elämänsä aikana. Esimerkiksi yleinen kuusen siementuholainen, kuusenkäpykääriäinen elää aikuisvaiheessa eli perhosena vain muutamasta päivästä viikkoon syömättä mitään. Taloudellinen vahinko saa alkunsa hyönteisen muninnasta käpyihin tai emikukintoihin ja tuhon aiheuttaa toukka. Hyönteisten aikuisvaihe voi olla myös useampi vuotinen, kuten männyllä elävällä käypikikärsäkkäällä.

Joillakin hyönteisillä, kuten isäntäpuista nesteitä imevillä luteilla, on osittainen muodonvaihdos (kuva 3.4). Toukat eli nymfit muistuttavat aikuista hyönteistä eikä kotelovaihetta ole.

Tässä oppaassa on esitelty tavalliset ja tunnetut käpyjen ja siementen tuhohyönteiset. Tulevaisuudessa tulokas- ja vieraslajit lisäävät todennäköisesti käpyjen ja siementen tuholaisvalikoimaa, josta esimerkkinä pallelude *Leptoglossus occidentalis* (kuva 3.4 ja tietolaatikko s. 31).

Monen yleisen käpy- ja siemenhyönteisen tieteellisissä nimissä on tapahtunut muutoksia lajin kuvaamisen jälkeen. Esimerkiksi tietolaatikossa mainitun kuusenkäpykääriäisen aiempi tieteellinen nimi oli *Laspeyresia strobilella*. Tässä oppaassa on käytetty tämän hetkisiä nimiä mainitsematta vanhempia tieteellisiä nimiä.

TIETOLAATIKKO HYÖNTEISTEN TIETEELLISISTÄ NIMISTÄ

Hyönteiset luokitellaan lahkoihin (esim. Coleoptera = kovakuoriaiset, Lepidoptera = perhoset, Diptera = kaksisiipiset, Hymenoptera = pistiäiset, Hemiptera = luteet), sitten alalohkoihin, yläheimoihin, heimoihin, alaheimoihin ja sukuihin ja lopulta lajeihin. Esimerkiksi kuusenkäpykääriäinen, tieteelliseltä nimeltään *Cydia strobilella* L., kuuluu *Cydia*-sukuun ja lajinimi on *strobilella*. L. tarkoittaa, että lajin on alun perin kuvannut Carl von Linné. Laji kuuluu perhosten, Lepidoptera, lahkoon ja kääriäisten heimoon Tortricidae.

TIETOLAATIKKO: TULEVAISUUDEN RISKEJÄ

Palleluteisiin kuuluva *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on esimerkki generalistista, jonka nymfit ja aikuiset imevät useiden havupuiden siemeniä ravinnokseen (kuva 3.4). Laji on peräisin Pohjois-Amerikassa länsiosista, mutta se levisi 1990-luvulla itärannikolle. Ensimmäinen havainto lajista Euroopassa tehtiin Italiassa vuonna 1999. Tämän jälkeen laji on löytynyt useasta maasta, myös Turkista, Tunisiasta, Ruotsista, Norjasta, Venäjältä ja Ukrainasta. Se on havaittu myös Itä-Aasiassa. Laji tavoittaa Suomen ennemmin tai myöhemmin.

Lajin aiheuttamaa siementen menetystä on vaikea havaita, sillä kävyt näyttävät terveiltä. Röntgenkuvaus paljastaa osittain tai täysin tyhjiksi imetyt siemenet. Kotimainen mäntymme on lajille altis ja laji voi imeä myös kuusen siemeniä. Välimeren maissa laji uhkaa elintarvikkeena käytettävää pinjansiemenen tuotantoa. Se on myös riski metsän luontaiselle uudistumiselle sekä siemenviljelysten siementuotannolle. Lajin biologista torjuntaa tutkitaan.

Aikuinen lude on 16–20 mm pitkä (kuva 3.4). Naaraat ovat koiraita isompia. Laji erottuu siipien reunojen mustavalkoisesta raidoituksesta ja takajalkojen säären leveydestä. Syksyisin ne hakeutuvat usein sisätiloihin talvehtimaan.

Kuusen- ja männyn käpyjen tuhohyönteiset

Kuusenkäpykääriäinen

Cydia strobilella L.

(Lepidoptera: Tortricidae)

ruots. grankottvecklare, eng. spruce seed moth

Kuusenkäpykääriäisen vioittama käpy on ulkoapäin ehjä ja terveen näköinen. Vaaleat kääriäistoukat paljastuvat käpylapakosta (kävyn ytimessä), kun kävyn halkaisee. Laji on laajalle levinnyt kuusikoissa ja kuusen siemenviljelyksillä kautta Suomen.

Käpykääriäinen on erittäin yleinen kuusen siementen syötiin erikoistunut laji. Runsaina käpyvuosina jopa 30–60 % kävyistä voi olla toukkien



Kuva 3.5. Kolme täysikasvuista, vaaleaa, kuusenkäpykääriäisen toukkaa kävyn lapakossa. (kuva EV).



KUUSENKÄPYKÄÄRIÄINEN

Yleisin siementuholainen kuusen kävyissä. Vioitus paljastuu, kun halkaisee terveen näköisen kävyn: toukat syövät siemeniä kävyn keskiosasta käsin. Toukat talvehtivat kävyissä, joten käpyjen keruu vähentää hyönteisiä siemenviljelyksellä tai metsikössä. Syödyt siemenet saadaan lajiteltua pois siemenerästä, mutta käpyjen pihkoittuminen hankaloittaa karistusta. Lajille tarvitaan torjuntakeino, mutta sitä ei toistaiseksi ole.

vaivaamia. Yksi toukka syö 10–15 siementä kasvavasta kävystä. Jos toukkia on kävyssä kaksi, vahinko jää lieväksi ja noin kymmenesosa kävyn siemenistä menetetään. Jo kymmenen toukkaa per käpy verottaa siemenistä puolet. Jos toukkia on runsaasti, käpy ei avaudu kunnolla ja osa siemenistä jää irtoamatta. Lisäksi käpykääriäisen voittaman kävyn ehjien siementen itävyys voi alentua.

Kun kuusen käpysato on olematon, naaraat munivat yksittäisiin emikukintoihin useita kymmeniä tai jopa yli sata munaa. Tällöin toukkien kuoriutuessa nuori käpy kuivuu ja jää kehittymättä. Kun toukkia on runsaasti, myös täysikasvuiset kävyt voivat kuivua ennenaikaisesti. Ilmiöllä ei ole merkitystä siementuotannossa, koska käpyjä ei kerätä kuin runsaina sato vuosina.



Kuva 3.6. Kuusenkäpykääriäinen munii emikukinnon suomujen väliin lähelle siemenaiheita. Kun kukinnot sulkeutuvat, muna jää kehittyvän kävyn sisään. Munan lisäksi suomulla näkyy siitepölyhiukkasia. (kuva TY).



Kuva 3.7. Käpykääriäisen toukan tekemä reikä kuusen siemenessä. (kuva EV).

Elinkierto

Edellisvuotisissa tai vanhemmissa kävyissä talvehtineet toukat koteloituvat aikaisin keväällä kahden viikon ajaksi. Kun kuusen emisilmuja suojaavat silmusuomut (kts. luku 4, kuva 4.1) irtoavat, ensimmäiset aikuistuneet kääriäisperhoset aloittavat parveilun. Koiraat kuoriutuvat muutamaa päivää naaraita aiemmin. Pian naaraiden kuoriutumisen jälkeen perhoset parittelevat.

Pariteltuaan naaraat munivat päiväsaikaan emikukinnon avonaisten suomujen väliin. Hyvinä käpyvuosina naaras munii enintään kolme munaa yhteen kukintoon. Aikuiset kääriäiset lentävät neljän viikon ajan, vaikka munimiselle otollinen emikukan vaihe on lyhyempi. Toukat kuoriutuvat munista 4–6 päivän kuluttua.

Kuoriutuneet toukat syövät reitin kävyn suomujen läpi kohti kävyn keskustaa ja lähintä kehittyvää siementä. Kesällä pieni toukka porautuu pehmeän siemenkuoren läpi ja syö siemenen ontoksi. Siemen täyttyy toukan ulosteesta ja toukka siirtyy kohti seuraavaa siementä syöden kesän mittaan yli 10 siementä. Kellertävänvalkoisella toukalla on neljä eri toukkavaihetta, joista viimeisimmässä se on noin 10 mm:n pituinen.

Syksyllä toukka kaivaa itselleen poistumiskäytävän kevättä varten. Se talvehtii kävyn lapakossa joko puussa tai maahan pudonneessa kävyssä.



Kuvat 3.7 ja 3.9. Yläkuvassa kuusenkäpykääriäisen toukkien syömiä kuusensiemeniä (kuva KH). Vasemmalla röntgenkuva kahdesta siemenestä: ensimmäinen on toukan ulostepurun täyttämä kuusensiemen ja viereinen on terve siemen. (kuva Luke/Metsäpuiden siemenlaboratorio).

Vain puolet kuusenkäpykääriäisistä on elinkierroltaan yksivuotisia eli toukat aikuistuvat seuraavaksi kesäksi. Loput toukat viettävät seuraavankin kesän kävyssä ja kehittyvät aikuisiksi vasta kahden vuoden kuluttua. Lisäksi pieni osa koteloituneista toukista jatkaa pidennetyssä diapaussissa enemmän kuin kaksi vuotta.

Torjuntamahdollisuudet

Kaksi tai kolme kävytöntä vuotta peräkkäin vähentää kuusen käpykääriäisen esiintymistä. Käpykeräyksen yhteydessä kääriäisen voittamia käpyjä ei voi lajitella erilleen. Käpyjen keruu poistaa talvehtivia kuusenkäpykääriäisiä viljelyksiltä, mutta pidentyneestä diapaussista johtuen kääriäiskantaa säilyy viljelyksellä aiemmilta vuosilta. Käpykääriäisen luontaisia vihollisia ovat mm. ahmaspistiäisten (Ichneumonidae) ja vainopistiäisten (Braconidae)

heimoon kuuluvat loispistiäislajit. Nykytietämyksellä ne eivät ole sovellettavissa torjuntaan. Käpyjen keruun yhteydessä poistuu myös käpykääriäisen loisia.

Kuusen käpykääriäisen torjunta on hankalaa, koska hyönteiset eivät oleile käpyjen tai neulasten pinnoilla. Kukinnan sulkeutuessa munat jäävät emikukinnan suomujen alle piiloon eivätkä ole alttiina sulkeutuneen kukinnan pintaan ruiskutettaville kasvinsuojeluaineille. Kuoriutuvat toukat siirtyvät nopeasti syömään nuoria siemeniä ja ovat suojassa kehittyvän siemenkuoren sisällä.

Ainoastaan systeeminen kasvinsuojeluaine, joka tunkeutuu läpi kasvisolukon tehoaisi toukkiin, kuten havaittiin 1970-luvulla tehdyissä tutkimuksissa. Tehoaine dimetooatti vähensi kuusenkäpykääriäisiä melko voimakkaana pitoisuutena (0,5 % tehoainetta ruiskutusliuoksessa). Tehoaine kuuluu organofosfaatteihin, joilla on paljon haittavaikutuksia ympäristölle ja työntekijöille. Tehoaine on hyväksytty vuoden 2018 heinäkuun loppuun asti. Dimetooattia sisältäviä valmisteita on hyväksytty esimerkiksi nesteitä kasvisolukosta imevien lajien, kuten luteiden, kaskaiden ja kempmien torjuntaan omenaviljelyksillä, mutta ei perhostoukkia vastaan. Korvaavia aineita etsitään ja tulevaisuudessa organofosfaateista pyritään luopumaan niiden ympäristöriskien vuoksi.

Parittelukumppania etsiessään käpykääriäiskoiraat aistivat naaraan erittämää sukupuoliferomonia eli houkutinainetta. Synteettisesti valmistettua feromonia voidaan hyödyntää lajin esiintymisen tarkkailussa (tarkemmin luvussa 4, s. 102-103). Feromonipyydysten saalismäärät kertovat torjuntatarpeesta ja torjunta-ajankohdasta. Feromonipyydykset pyytävät kuusenkäpykääriäisiä eniten, kun pyydykset sijoitetaan alle 2/3 siemenviljelyksen latvuskorkeudesta.



Kuva 3.10. Aikuisen kuusenkäpykääriäisen siipiväli on 12–14 mm.



Kuva 3.11. Käpykoisa vioittaa yleensä myös kävyn lähinaapurina ja siirtyy kävystä toiseen. Käpykoisan vioittaman kävyn pinnalla on toukan ulostepuraa. (kuva TY).

Käpykoisa

Dioryctria abietella Den. & Schiff.

(Lepidoptera: Pyralidae)

ruots. grankottmott, eng. spruce cone worm

Käpykoisan vioittaman kävyn tunnistaa toukkien ulos työntämistä, ulosteesta koostuvista, karkeahkoista purukasoista. Kun puru pyyhkiytyy pois, kävyt ovat reiällisiä ja pahoin syötyjä. Tuhoa voi nähdä päällepäin kävyissä jo heinäkuussa, mutta vasta elokuussa toukkien purut alkavat erottua useimmista kävyistä ja kävyt kuivuvat ennen aikaisesti. Toukat syövät käpysuomujen tyviä ja kohtaamansa siemenet. Liikkuessaan ja syödessään toukka muodostaa kävyn ytimen ympärille epäsäännöllisen, spiraalimaisen käytävän.

Käpykoisa on yksi haitallisimmista ja näkyvin kuusen käpyjen hyönteistuholaisista ja se on laajalle levinnyt kuusikoissa kautta Suomen. Käpykoisan aiheuttamat vahingot ovat luontaisissa kuusikoissa yleisiä ja paikallisesti saattaa esiintyä suuria käpyvahinkoja. Kuusen siemenviljelyksillä runsastuessaan käpykoisat voivat saada aikaan massiivista tuhoa. Käpytuhojen määrä vaihtelee vuosittain, paikasta riippuen 0–80 % kävyistä on käpykoisan vioittamia. Yleensä tuhoja on noin neljänneksessä tai viidenneksessä käpyjä.

Elinkierto

Talvehtineet kotelot odottavat keväällä säiden lämpenemistä maassa, puun kuoren raoissa, versoissa tai kävyissä.

Käpykoisa iskeytyy käpyihin kesäkuusta alkaen. Aikuinen perhonen munii munansa käpysuomujen rakoihin. Käpykoisan lentoaika on yleensä kesä–heinäkuussa, mutta havaintoja on tehty toukokuusta lokakuun alkuun saakka.

Munasta kuoriutuva pieni toukka syö aluksi käpysuomua ja kaivautuu syvemmälle käpyyn. Kävyin kehittyessä läpi kesän, käpykoisan punertava toukka luo nahkansa neljä kertaa ja viimeinen, viides toukkavaihe on täysikokoisena 30 mm pitkä (kuva 3.14). Toukka pystyy siirtymään kävystä toiseen jo varhaisessa vaiheessa ja tuhoaa useampaa kuin yhtä käpyä.



Kuva 3.12. Koisan toukka työntää kävyn pintaan karkean ulostepurun muodostamia kasoja. (kuva EO).

Kuva 3.13 (viereinen sivu). Tyypillinen käpykoisan vioitus täysikasvuisessa kävyssä. (kuva KH).

KÄPYKOISA



Käpykoisan tuho paljastuu kävyn pinnalla toukkien tekeminä ruskeina ulostepurukasoina. Toukat voivat vioittaa paljon käpyjä myös runsaana käpyvuotena. Käyttöminä vuosina laji hyödyntää mm. havupuiden versoja ravintonaan. Laji vaatii torjuntaa. Käpykoisan vioittamat kävyt kannattaa kerätä viljelmiltä. Varastoinnin aikana vioitus kävyissä jatkuu. Pahoin vioittuneet kävyt kannattaa jättää karistamatta.





Kuva 3.14. Likaisen lihanpunaiset käpykoisan toukat syövät käpysuomujen tyviä ja tielleen osuneita siemeniä. (kuva EV).

Kävyissä elää samanaikaisesti erikokoisia toukkia. Ne ovat kävyissä syys-lokakuuhun saakka, jonka jälkeen toukat siirtyvät kävyistä koteloitumaan maahan tai käpyjen lähistölle kehräämäänsä harsopussiin. Kotelot talvehtivat maassa, puussa kuoren raoissa tai versoissa käpyjen läheisyydessä.

Laji on pääsääntöisesti elinkierroltaan yksivuotinen. Kävyttöminä vuosina se käyttää muiden havupuiden käpyjä ja versoja ravinnokseen. Käpykoisa voi myös jättäytyä pidentyneeseen diapaussiin.

Torjuntamahdollisuudet

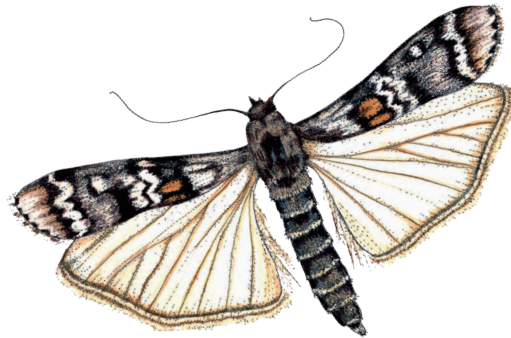
Harvoin toistuvat käpyvuodet vähentävät käpykoisan esiintymistä, mutta vaikutus on vähäinen, koska laji käyttää kävyttöminä vuosina muuta ravintoa. Mikäli kävyt kerätään syys-lokakuussa, toukkia löytyy vielä kävyistä runsaasti ja ne jatkavat tuhoaan myös varastoinnin aikana. Tämän vuoksi nopea karistus ehkäisee lisävahinkoa.

Ruotsissa käpykoisaa torjutaan ruiskutettavalla biologisella kasvinsuojeluaineella *Bacillus thuringiensis* alalaji *aizawai* x *kurstaki* (kanta CG-91)

(*Btk*), kauppanimeltään Turex 50 WP. Se on hyväksytty kuusen ja männyn siemenviljelmillä perhostoukkien torjuntaan ruiskutettavaksi annostuksella 2000 g/ha. Käytännössä 2 kg ainetta sekoitetaan 500 l vettä hehtaaria kohti.

Ruiskutuksen ajoitus on tärkeä. Ruiskutus edellä mainitulla *Btk*-valmisteella tehdään kukinnan loppuvaiheilla, kun emikukintojen siitepölyn vastaanottokyky on heikentynyt: emisuomut ovat kääntyneet alaspäin ennen kuin ne alkavat sulkeutua (ks. luku 4, kuva 4.1). Näin aine saavuttaa toukkien ravinnoksi käyttämät kävyn sisäosat ja on suojattuna UV-säteilyn aiheuttamalta hajoamiselta, joka muutoin parissa viikossa heikentäisi aineen vaikutuksen. Valmiste ei alenna siementen laatua.

Käpykoisan kannanseurantaan on kehitetty synteettinen feromoni, jolla houkuttelee koiraita feromonipyydyksien liimaan. Mikäli lajin torjunta tehdään jo kukintavaiheessa edellä mainitulla *Btk*-valmisteella, feromonin ei voida hyödyntää saman kesän torjuntatarpeen arvioimisessa eikä torjunnan ajoittamisessa. Mikäli torjuntaan käytettäisiin jotain muuta soveltuvaa kasvinsuojeluainetta, jonka käyttö ajoittuisi käpykoisan lento- ja muninta-aikaan kesäkuulle, feromonipyydykset auttaisivat sekä torjuntatarpeen määrittämisessä että torjunnan ajoituksessa. Käpykoisan feromonipyydykset kannattaa ripustaa korkealle, mutta ei yli 2/3 latvuksen korkeudesta.



Kuva 3.15. Aikusen kuusenkäpykoisan siipiväli on 25–32 mm.



Kuva 3.16. Mittaritoukan hienojakoista ulostepuraa kävyn pinnalla. (kuva EO).

Käpymittarit

Eupithecia sp. (Lepidoptera: Geometridae)

Kuusensiemenmittari (täplätoukkakäpymittari)

Eupithecia abietaria (Goeze)

ruots. större grankottmätare, eng. cloaked pug, (cone looper)

Kuusenkäpymittari (juovatoukkakäpymittari)

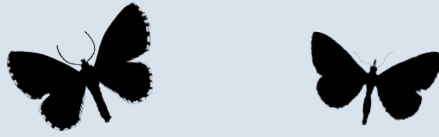
Eupithecia analoga (Diakonoff)

ruots. mindre grankottmätare, eng. palped pug, (cone looper)

Heinäkuun lopulla mittarin toukkien saastuttamat kävyt erottuvat kävyn pinnalla olevista purukasoista. Kuusensiemenmittarin aiheuttamaa tuhoa ei useinkaan voi luotettavasti erottaa kuusen käpykoisan aiheuttamasta vahingosta. Pienikokoisemman kuusenkäpymittarin puru ei ole yhtä kasa-
maisesti kävyn pinnalla kuin kuusensiemenmittarin. Mittarien ulostepuru on tavallisesti hienompaa kuin käpykoisan karkea puru, mutta käpykoisan nuoret toukat tuottavat myös pienirakeista ulostepuraa.

Toukat käyttävät käpysuomuja ja toisinaan myös siemeniä ravinnokseen. Kuusensiemenmittarin aiheuttamat käpytuhot siemenviljelmillä vaihtelevat lähteestä riippuen: 10–67 % kävyistä. Kuusensiemenmittari on yleisempi ja levinneisyysalueeltaan eteläisempi kuin kuusenkäpymittari.

KÄPYMITTARIT



Mittariperhosista kuusensiemenmittari on merkittävä käpyjen tuholainen. Sen aiheuttama vahinko jää huomaamatta, koska se on samankaltainen käpykoisan aiheuttaman vioituksen kanssa. Kävyt ovat ulostepurun peittämiä ja niiden suomuja sekä siemeniä on syöty. Sisarlaji kuusenkäpymittari on harvalukuisempi. Kuusensiemenmittaria torjutaan samoin kuin käpykoisaa.

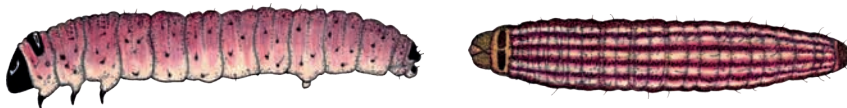
Elinkierto

Keväällä aikuiset mittariperhoset kuoriutuvat talvehtineista kotelosta. Naaraat munivat nuoreen ja pehmeään käpyyn. Naaras asettaa munat käpysuomuille yksitellen.

Munista kuoriutuneet pienet toukat syövät käpysuomuja. Kuusensiemenmittari syö itsensä heti syvälle käpyyn. Kuusenkäpymittarin toukka syö ensin päällimmäisen käpysuomun pintaa epäsäännöllisesti alkukesällä siirtyen kohti alempia suomuja ja lopulta kävyn keskiosaan (kuva 3.19). Toukat syövät kohtaamansa siemenet. Heinäkuun lopussa käpyjen pintaan alkaa ilmestyä toukkien ulostekasoja. Mittarien toukat kehittyvät nopeasti viiden toukkavaiheen kautta.

Toukat saavuttavat täyden kokonsa elokuun lopusta syyskuun puoliväliin mennessä. Mittaritoukkia ei ole enää kävyissä, kun niitä syksyllä kerätään. Osa toukista koteloituu kävyn sisään ja osa kävyn kylkeen valmistamaansa hataraan ulostepurun peittämään seittiin, osa myös kauemmaksi. Jos mittarien kuivattamat kävyt putoavat ennenaikaisesti maahan, toukat koteloituvat joko käpyyn tai siirtyvät maahan koteloitumaan. Laji talvehtii kotelona.

Molemmilla mittarilajeilla on kaksivuotinen elinkierto ja kotelovaihe talvehtii kahdesti. Lajit voivat pysyä diapaussissa kauemminkin kuin kaksi vuotta.



Kuva 3.17. Kuusensiemenmittarin täysikasvuinen toukka (vasen) on 15 mm, kun kuusen käpymittarin toukka (oikea) on 12 mm pitkä. Pohjaväriältään lihanvärisellä kuusenkäpymittarin toukalla on selässään viisi vaaleankellertävää raitaa. Kuusensiemenmittarin toukan selkä on lihanpunainen tai ruskeanharmaa. Toukassa on runsaasti tummia pistekäsniä, mutta ei juovia. (Piiros Spessivtseffin (1924) mukaan).

Torjuntamahdollisuudet

Mittarilajeja voidaan torjua samoin menetelmin kuin käpykoisaa. Kuusen-siemenmittarille on kehitetty synteettinen feromoni, jota käytetään samoin kuin käpykoisan feromonia. Vioittuneet kävyt kannattaa poistaa viljelmiltä, koska niissä ja pinnalla olevassa ulostepurussa on mittariperhosten koteloloita. Keruun yhteydessä mittareiden vioittamat kävyt käsitellään kuten käpykoisan viottamat kävyt, koska niitä on vaikea erottaa toisistaan.



Kuva 3.18. Kuusenkäpy- ja siemenmittarit hyödyntävät myös havukirvojen kuuseen aiheuttamia äkämia. Oletettavasti tämä on toissijainen elinpaikka, mikäli käpyjä ei ole. Kuvan äkämä on isohavukirvan (*Sacchiphantes abietis*) äkämä kuusen versossa. Siinä ei ole mittariperhosten viotusta. (kuva EO).



Kuva 3.19. Kuusenkäpymittari syö ensin epämääräisen alueen uloimman suomun pinnasta, minkä jälkeen se siirtyy toiseen suomuun ja siitä edelleen alkaa syödä suomuja reiällisiksi (vasemmalla). Kuusensiemenmittari syö sen sijaan itsensä heti ulommaisesta suomusta läpi kävyn keskustaa kohti. Kuusen siemenmittarin toukkia esiintyy yhdessä kävyssä 1–4 ja kuusenkäpymittarin toukkia voi olla 20–30 per käpy. Kuusensiemenmittarin toukka työntää ulos pallomaisen kasan purua (käpy vasemmalla). Kuusenkäpymittarien hienojakoinen puru kertyy suomujen alle (käpy oikealla) ja lopulta käpy on kokonaan seittiin tarttuneen purun peitossa. (Piiros Spessivtseffin (1924) mukaan).



Kuva 3.20. Kuusenkäpymittarin (vasen) siipiväli on 15–20 mm ja kuusensiemenmittarin (oikea) siipiväli on 18–24 mm.

Kuusenkäpykärpänen

Strobilomyia anthracina (Cherny)

(Diptera: Anthomyiidae)

ruots. grankottfluga, eng. spruce cone maggot

Kuusenkäpykärpäsen vioittamissa kävyissä on tunnusmerkkinä pihkapallo, jonka toukan uloste on voinut värjätä punertavan ruskeaksi. Pihkapallon asemasta voi näkyä selkeä pihkan valuma. Toisinaan käpykärpäsen vioittamat kävyt on käyristyneitä, mahdollisesti kärjestään kuivaneita ja joskus pienikokoisiksi jääneitä tai kokonaan kuivuneita.

Kuusenkäpykärpäsen toukat syövät siemeniä kävyistä, usein 10–45 % kävyn siemenistä. Kuusenkäpykärpänen voi alentaa siemensatoa merkittävästi, mutta esiintyy vain ajoittain ja paikoitellen runsaslukuisena. Käpykärpäsen vioittamat kävyt ovat pihkaisia, joten käpykärpäsen vaivaamissa kävyissä myös terveiden siemenien irtoaminen vaikeutuu. Kuusenkäpykärpänen on yleinen hyönteinen kuusen esiintymisalueella.



Kuva 3.21 Kuusenkäpykärpänen tutkii kuusen kukintoa munintapaikkaa etsiessään. (kuva EO).



Kuva 3.22. Kuusenkäpykärpäsen täysikasvuinen toukka on 7–9 mm pitkä. (kuva JS).

KUUSENKÄPYKÄRPÄNEN



Kuusenkäpykärpänen esiintyy runsaana ajoittain ja paikallisesti. Toukat syövät siemeniä. Syönti voi keskeyttää kävyn kehityksen. Usein se aiheuttaa kävyn käristymistä. Loppukesällä kärpäsen voittaman kävyn tunnistaa pihkapallosta. Käpy pihkoittuu pahasti. Käpykärpäsen voittamat kävyt on syytä jättää keräämättä tai jättää karistamatta. Lajia on syytä torjua, mutta keinoa ei tunneta.



Kuva 3.23. Kuusenkäpykärpäsen voittaman kävyn oireena on pihkapallo kävyn pinnalla. (kuva EO).



Kuva 3.24. Kuusenkäpykärpäsen vioittamat kävyt ovat usein käyristyneitä. (kuva PH).



Kuva 3.25. Kuusenkäpykärpäsen aiheuttama pihkapallo nuoren kävyn pinnalla. (kuva TY).

Elinkierto

Keväällä, kuoriuduttuaan maassa talvehtineista kotelosta, aikuiset kärpäset lähtevät lentoon jo ennen kuin kuusen emikukat ovat auenneet. Kukintojen avauduttua, paritellut naaras asettaa avoimeen emikukkaan 1–3 munaa, mutta niukkoina kukintavuosina munia voi olla yhdessä emikukassa 6–18.

Toukan ensimmäinen nahanluonti tapahtuu jo munassa. Käpykärpäsellä on kolme toukkavaihetta, jotka se käy läpi 2–4 viikossa kesäkuussa. Toukat kiertävät käpylapakkoa siemeneltä toiselle. Siemeniä syödessään ne samalla rei'ittävät käpysuomuja ja vahingoittavat käpylapakon uloimpia osia. Täysin kehittynyt toukka poistuu kävystä sateisena päivänä välttämällä näin kuivumisen. Sääolosuhteista riippuen toukat voivat poistua kävyistä jo aikaisin keuhällä juhannuksen tienoilla tai odotella sadetta heinäkuun loppuun saakka. Toukat kaivautuvat nopeasti maahan 1–4 cm syvyyteen koteloitumaan.

Käpykärpäset talvehtivat koteloituneina maassa tai karikkekerroksessa. Lajilla on yksivuotinen elinkierto eli uusi sukupolvi kuoriutuu seuraavana vuonna. Kotelot voivat jäädä pidennettyyn diapaussiin kahden tai kolmen talven ajaksi. Pieni osa kotelosta voi olla diapaussissa jopa neljä talveä.



Kuva 3.26. Halkaistussa kävyssä erottaa kuusenkäpykärpäsen toukan käytävän, joka kiertää kävyn lapakon. Käytävän varrelta toukka syö kehittyvät siemenet. (kuva TY).

Torjuntamahdollisuudet

Lajin vioittamia käpyjä ei kannata kerätä ja sekoittaa hyvälaatuisten joukkoon syksyllä, sillä ne pihkoittavat myös terveet kävyt ja haittaavat siemenen irtoamista. Käpykärpäsen vioittamat kävyt voi jättää latvuksiin, sillä niissä ei ole enää tuhonaiheuttajia talvehtimassa.

Kuusenkäpykärpästä vastaan ei ole kemiallista tai biologista kasvinsuojeluaineita kuusen siemenviljelyksille. Lajin esiintyminen vaihtelee runsaasti vuosittain ja alueittain, joten torjuntatarvetta on vaikea ennakoida. Tutkimustarkoituksissa voi kokeilla liima-ansoja kuusenkäpykärpäsen kannan seurantaan, mutta ne eivät sovellu käytäntöön, koska niihin tarttuu myös lukuisia muita lajeja.

Kuusenkäpysääski

Kaltenbachiola strobi (Winn.)

(Diptera: Cecidomyiidae)

ruots. grankottgallmygga, eng. cone gall midge

Lajin läsnäolon kävyssä havaitsee halkaistusta kuusen kävystä loppukesällä tai syksyllä. Käpysuomun sisällä on valkoinen harsopussi, jossa on kellertävä/oranssi toukka (kuva 3.27). Kuusen käpysääski elää käpysuomun tyvellä, suomun sisällä.

Kuusen käpysääski on yleinen hyönteislaji, mutta se esiintyy runsaslukuisempana Pohjois- kuin Etelä-Suomessa. Laji ei syö siemeniä. Jos lähes kaikissa käpysuomuissa on useita toukkia per somu, siemenet eivät kehity ja kävyt jäävät pieneksi eivätkä aukea. Toukkien läsnäolo kävyssä saattaa myös aiheuttaa siementen lenninsiipien juuttumista käpyyn, joka estää siemeniä varisemasta.

Elinkierto

Aikuiset sääsket lentävät munimaan kuusen kukintoihin pölytyksen aikaan. Naaras munii kerrallaan yleensä yhden tai kaksi munaa lähelle kukinnon keskiosaa, mutta myös kuuden munan ryhmiä on tavattu.

Munista kuoriutuneet toukat kaivautuvat käpysuomun sisälle ja pysyttelevät siellä koko kehityksensä ajan. Ensimmäinen toukkavaihe syö käpysuomun solukkoa tehden itselleen pienen onkalon. Kesällä toukka vajoaa syvemmälle somuun, kunnes sen sisääntuloaukko umpeutuu.

Lähes täysikasvuinen toukka syö käytävän kohti kävyn lapakkoa pysytellen kuitenkin suomujen tyviosissa. Täysikasvuinen toukka tekee itselleen poistumistien suomun pintaan ennen harsopussin kehäämistä. Laji talvehtii kävyissä.

Toukka jättäytyy pidentyneeseen diapaussiin pysyen harsopussissa jopa useita vuosia ennen koteloitumistaan.

Torjuntamahdollisuudet

Käpyjen keruu poistaa kuusenkäpysääskiä metsiköistä ja siemenviljelmiltä. Kuusen siemenviljelyksillä ei ole tarvetta lajin torjunnalle.

KUUSENKÄPYSÄÄSKI

Kuusenkäpysääsken koteloita löytää lähes jokaisesta kävystä, mutta niistä aiheutuu haittaa vasta, kun niitä on yli sata käpyä kohti. Laji on pohjoisessa runsaslukuisempi kuin eteläisillä siemenviljelyksillä. Kuusenkäpysääski munii kukintoihin pölytyksen aikaan. Käpysääsken toukat eivät syö siemeniä, vaan ne elävät kuusen käpysuomun sisällä pullistaen niitä ja pihkoittaen käpyjä. Run-saslukuisia ne estävät käpyjen aukeamista ja vaikeuttavat karistusta. Lajia ei ole tarvetta torjua kuusen siemenviljelmillä.



Kuva 3.27. Kävyen poikkileikkauspinnassa erottuu käpysääsken valkoinen harso-pussi. (kuva EO).

Kuusensiemenkilukainen

Megastigmus strobilobius Ratz.

(Hymenoptera: Torymidae)

ruots. granfröstekel, eng. spruce seed chalcid

Kävyt, joiden siemenissä kuusen siemenkiilukaisen toukat elävät, eivät oirehdi ulkoisesti. Yksi siemenkiilukaisen toukka syö yhden siemenen ontoksi. Tuhot voi havaita röntgenkuvaamalla siemenet (kuvasarja 3.28). Siemenen sisältä paljastuu syksyllä vaaleaharmaa, hieman läpikuultava, muodoltaan pulleahko toukka.

Toukat selviävät karistuslämmöstä ja voivat levitä siementen mukana edelleen taimitarhoille aiheuttaen taimikenttien täydennystarvetta yksisiemenkylvössä. Siemenkiilukaisen aiheuttama siementen menetys on yleensä vähäisiä, noin 0,5–5 % luokkaa. Siemenkiilukaisen iskeytymismäärän ollessa suuri, siementappiot voivat nousta jopa 50–60 % tasolle.

Elinkierto

Keväällä siemenissä talvehtineet toukat kotoituvat aikuistukseksi. Aikuiset lentävät kahden viikon aikavälillä kesä–heinäkuun vaihteessa. Koiraat kuoriutuvat naaraita aiemmin. Naaraat munivat vihreään, kehittyvään, täysikasvuiseen käpyyn. Naaras munii 4–5 mm pitkällä munanasettimellaan suoraan käpysuomun läpi yhden munan kerrallaan yhteen kehittyvään siemeneseen. Aikuinen siemenkiilukainen on pieni, 3,2–3,5 mm pitkä, kiiltävän musta, keltaruskeapäinen pistiäinen. Munasta kuoriutuva toukka on väriykseltään valkoisen harmaa ja on täysikasvuisena 2–2,5 mm pitkä. Toukat syövät siemenen, mutta jättävät siemenkuoren sisimmän kalvon koskemattomaksi.

Syksyllä siemenessä oleva toukka lopettaa syömisen ja valmistautuu diapussiin. Toukat talvehtivat siemenissä, jotka varisevat talvella maahan. Toukan kehittyminen aikuiseksi vie tavallisesti kaksi vuotta, mutta voi pitkittyä kolmeen tai neljään vuoteen.

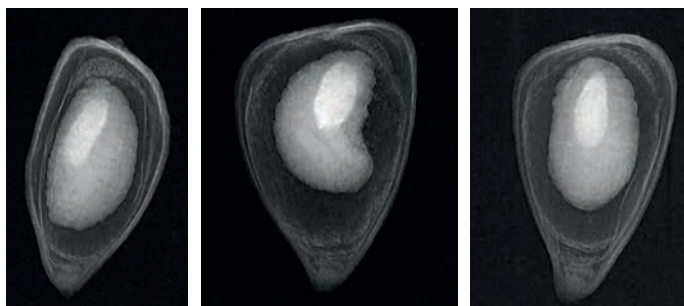
KUUSENSIEMENKIILUKAINEN

Kuusensiemenkiilukainen on pieni pistiäinen, jonka toukka syö yhden siemenen. Esiintymisessä on vuosien välistä vaihtelua johtuen lajin pitkästä diapausista. Runsaana esiintyessään laji on haitallinen. Toukkaiset siemenet voivat päätyä siementen varastoeriin ja kylvössä tuottaa tyhjiä taimipotteja. Siementen röntgenkuvaus paljastaa toukkaisuuden ja toukkaiset siemenet saadaan siementen liotuskäsittelyssä erotettua pintafraktioon.

Torjuntamahdollisuudet

Käpyjen keräys poistaa toukkaisia siemeniä viljelmiltä. Lajia vastaan ei ole torjuntamenetelmää ja torjunnan tarve on satunnainen.

Siemenerien toukkaisuus laskee erän itävyyttä, joten siemenerä kannattaa tutkia röntgenkuvauksella ennen sen myyntiä kylvöön. Kuusensiemenkiilukaisen toukan sisältäviä siemeniä ei saada täysin eroteltua siementen painolajittelussa, mutta jos siemeniä liotetaan vedessä, kerääntyvät toukkaiset siemenet veden pintaan.



Kuvasarja 3.28. Kuusensiemenkiilukaista ympäröi ehjä kalvo siemenkuoren sisäpinnalla, minkä vuoksi toukat eivät välttämättä kuivu karistuslämpötilassa. Siemenkiilukaisen toukka erottuu kuusensiemensääsken toukasta (kuva 3.29) röntgenkuvissa osittain muotonsa vuoksi. Kuusensiemenkiilukaisen toukan sisällä näkyvä suoli on leveämpi kuin kuusensiemensääskellä. (kuva Luke/Metsäpuiden siemenlaboratorio).

Kuusensiemensäski

Plemeliella abietina Seitn.

(Diptera: Cecidomyiidae)

ruots. granfrögallmygga, eng. spruce seed midge

Kuusen siemensääski on erikoistunut kuusen siemeniin eikä vioita käpyä. Usein toukan sisältävä siemen on muodoltaan tervettä siementä kapeampi, litteämpi ja terävämpi. Siemensääsken kellertävän toukan läsnäolon siemenessä varmistaa parhaiten avaamalla siemenen. Laji paljastuu myös siemenen röntgenkuvauksessa (kuva 3.29).

Kuusensiemensäski on yleisempi Etelä-Suomessa kuin Pohjois-Suomessa. Tavallisesti tappiot ovat alle 10 % luokkaa kävyissä, sillä yksi toukka tuhoaa vain yhden siemenen. Laji aiheuttaa harvoin vakavia tuhoja siementuotannolle.

Elinkierto

Keväällä kävyssä olevassa tai maahan varisseessa siemenessä oleva toukka muuntuu oranssinkeltaiseksi koteloksi siemenessä. Näistä aikuistuvat kuusensiemensäasket munivat kuusen kukinnan aikaan emikukintoihin. Naaras asettaa munat emikukan avoimille suomuille joko suoraan siitepölykammioon tai siitereikiin. Vain yhdestä munasta kehittyy aikuinen yksilö siemenen sisällä, vaikka munia olisi alun perin siemenaiheessa useampia.

Kesällä toukat kehittyvät nopeasti. Puolessatoista kuukaudesta toukka täyttää jo koko siemenen jättäen vain siemenkuoren jäljelle. Syksyyn mennessä toukat ovat syöneet vararavintosolukon ja jäävät siemenen talvehtiin. Laji talvehtii toukkana siemenissä, jotka varisevat maahan.

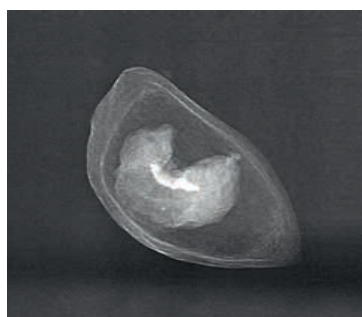
Kuusensiemensäski jättäytyy useaksi vuodeksi pidentyneeseen diapausiin, koteloituu ja kuoriutuu myöhemmin.

KUUSENSIEMENSÄÄSKI

Kuusensiemensääsken toukka syö yhden siemenen. Iskeytyminen kuusen emikukkiin pölytyksen aikaan estää siemenen hedelmöittymisen ja alentaa näin siemensatoa. Toukka elää siemenen sisällä ja erottuu röntgenkuvissa. Lajin esiintyminen vaihtelee vuosien välillä. Toukkaiset siemenet kuivuvat karistuksen aikana ja kevyinä ne eivät päädy siemenerään. Lajia ei tarvitse torjua.

Torjuntamahdollisuudet

Käpyjen keräyksessä toukkaiset siemenet poistuvat siemenviljelyksiltä. Yleensä torjuntaan ei ole tarvetta. Karistuslämpötilassa toukka kuivuu ja kuolee, koska siemenkuoren sisällä ei ole kalvoa suojaamassa toukkaa. Sen asuttama siemen on yleensä tervettä siementä kevyempi ja sen vuoksi se karsiutuu siementen painolajittelussa pois myytävistä ja varastoitavista siemeneristä.



Kuvapari 3.29. Kuusensiemensääsken toukka on pitkänomaisempi kuin siemenkiilukaisen toukka ja se voi olla siemenessä mutkalla. Toukan sisällä vaaleana erottuva suoli on kapeampi kuin kuusensiemeenkiilukaisella. Oikeanpuoleisessa kuvassa toukka on kuivunut siemenen sisään karistuksen yhteydessä. (kuvat Luke/Metsäpuiden siemenlaboratorio).

Käypikikärsäkäs

Pissodes validirostis Gyll.

Coleoptera: Curculionidae

ruots. tallkottvivel, eng. pine cone weevil

Käypikikärsäkäs on männyn pahin käpytuholainen Suomessa. Talousmet-
sissä laji on harmiton, mutta osalla männyn siemenviljelyksistä sen aiheut-
tammat tuhot voivat olla paikallisesti merkittävät, jopa 15–20 % käpysadosta.
Tuhot jatkuvat samoilla alueilla vuodesta toiseen, koska hyönteiset kiipeä-
vät joka kevät talvehtimisaikoistaan puiden tyviltä ja karikkeesta parveile-
maan mäntyjen latvaan tai lentävät lähipuihin.

Käypikikärsäkkään toukat syövät käpysuomuja ja siemeniä. Siemen-
syönnin merkitys lienee vähäinen, sillä toukka käyttää ravinnokseen vain
muutaman siemenen käpyä kohti. Tuhokävyistäkin löytyy näin ollen ehjiä,
itämiskykyisiä siemeniä (kuva 3.30). Pahoin vioittuneet männyn kävyt
ovat kutistuneita ja usein pihkoittuneita. Osa tuhoista jää huomaamatta,
sillä kärsäkkään nakertama ontelo kävyn sisällä katkaisee nestevirtauksen
käpyyn, joka kuivuu ja putoaa ennen aikaisesti maahan.



Kuva 3.30. Käypikikärsäkäs on syönyt osan kävyn siemenistä. (kuva MN).



Kuva 3.31. Käypikikärsäkkään toukka elää kävyn sisällä. (kuva MN).

KÄYPYPIKIKÄRSÄKÄS



Käypikipikärsäkäs on haitallisin männyn käpytuholainen. Aikuiset kärsäkkäät elävät 2–3 vuotta ja munivat keväällä nuoriin, toisen vuoden käpyihin. Osa vaurioituneista kävyistä kuivuu ja putoaa maahan ennenaikaisesti. Tuhon tunnistaa kävyn pinnalla erottuvasta, pihkoittuneesta käytävästä. Etelä-Suomessa uusi sukupolvi poistuu syksyllä jättäen jälkeensä pyöreän ulostuloreiän. Keski- ja Pohjois-Suomessa laji talvehtii kävyissä toukkana, joten käpyjen keräys syksyllä vähentää siellä kärsäkkäiden määrää. Tarvittaessa käypikipikärsäkästä voidaan torjua ruiskuttamalla mäntyvartteiden rungon alaosa sopivalla kasvin-suojeluaineella.

Vioittuneet kävyt erottuvat aikuistuneiden käypikipikärsäkkäiden tekemistä pyöreistä ulostulorei'istä, joista vesi pääsee esteettä tunkeutumaan kävyn sisäosiin. Märissä kävyissä siemenet saavat helposti pakkasvaurioita. Pihkoittuneet kävyt aukeavat heikosti karistuksessa.

Laji esiintyy kotimaista mäntyä runsaampana kontortamännyn (*Pinus contorta*) kävyissä, joista voidaan menettää jopa neljä viidesosaa. Kontortamännyllä kärsäkkäitä voi kuoriutua kävyistä kaksikymmenkertaisesti verrattuna mäntyyn.

Elinkierto

Käypikipikärsäkäs on monivuotinen. Pitkäikäisyydestä johtuen siemenviljelmillä on kesällä eri-ikäisiä kärsäkkäitä. Osa niistä on jo lisääntymiskykyisiä osan ollessa nuoria aikuisia, jotka eivät vielä sukukypsiä.

Keväällä aikuiset käypikipikärsäkkäät lähtevät talvehtimispaikoistaan toukokuussa, kun ilman lämpötila ylittää +12 °C. Ne kiipeävät runkoa pitkin ylös oksistoon nakertamaan edellisvuoden kasvainten nilaosia aiheuttaen niihin pieniä pihkavuotoja. Parveillessaan oksistossa, kärsäkkäät parittelevat neulastossa tai toisen vuoden kävyillä.



Kuva 3.32. Käypikipikärsäkäs on 5–6 mm pitkä ruskea kuoriaislaji, jonka etuselän takanurkat ovat suorakulmaiset ja peitinsiipien takimmainen poikkijuova kaksivärinen. Poikkijuovan sivut ovat keltaiset ja keskellä on valkoista. Vanhoilta yksilöiltä värikkäät suomet saattavat olla irronneet.



Kuva 3.33. Käypikärsäkkäät alkavat liikkua touko–kesäkuussa. Kesäkuussa männyssä on yhtä aikaa uusia emikukkia (verson päässä), joista muodostuu nk. pikkukäpyjä ja vastaavasti uusien versojen tyvellä on rypäs hedekukkia. Lisäksi on vihreitä, kasvavia ja vielä pehmeitä toisen vuoden käpyjä. Näihin käypikärsäkkäät munivat. Keväällä ylivuotisissa, siemenet varistaneissa kävyissä, pikikärsäkkäitä ei ole Etelä-Suomessa, mutta pohjoisempana niistä kuoriutuu uusi aikuissukupolvi.



Kuva 3.34. Käypikikärsäkkään vahingoittamia käpyjä, joissa näkyvät pyöreät ulostuloreiät. Oikeanpuoleisen kävyn pinnassa erottuu pihkainen toukkakäytävä. (kuva MN).

Pariteltuaan emoyksilöt munivat touko-kesäkuussa edellisenä kesänä kehittyneisiin nuoriin käpyihin (kuva 3.33). Naaras järsii käpyyn, lähelle käpysuomun kärkeä reiän, munii sinne yhden munan ja peittää reiän purulla. Useampi naaras voi munia samaan käpyyn ja tavallisesti kävyssä on pari toukkaa.

Munat kuoriutuvat viikossa. Toukat tekevät aluksi käytävän kävyn pintaosiin, usein kiertäen koko kävyn (kuva 3.34). Muninta voi jatkua pitkään kesällä, mutta käpyjen kovetuttua munista kuoriutuvat toukat kuolevat.

Myöhemmin toukka kaivautuu kävyn sisäosiin, jolloin syömäjälki kiertää spiraalinmuotoisena kävyn lapakon ympärillä. Kolmas toukkavaihe tavoittaa siemenet ja on tuhonnut matkallaan täysin kävyn keskiosat hidastaen kävyn kehitystä. Viimeinen, neljäs toukkavaihe koteloituu lähelle kävyn lapakkoa kävyn tyviosaan.

Vanhat sukukypsät aikuiset jatkavat ravintosityöntiään männyn versoissa läpi kesän ja alkavat laskeutua runkoja pitkin talvehtimispaikkoihin jo heinäkuun puolivälissä. Aikuiset talvehtivat mäntyjen tyvellä, kaarnanraoissa tai maassa lähellä puun tyveä.



Kuva 3.35. Syksyllä käpysäkeissä voi nähdä nuoria vasta kuoriutuneita aikuisia kömpivän pinnalle. Ne ovat vaaleampia verrattuna vanhempiin sukukypsiin yksilöihin. (kuva KH).

Etelä-Suomessa käpypikikärsäkkään toukat kotoituvat kävyssä heinäkuun puolivälistä alkaen. Uusi sukupolvi aikuistuu kotoista elokuun loppupuolella tai syyskuun alussa. Yhdestä kävystä kehittyy tavallisesti vain yksi aikuinen. Uudet nuoret käpypikikärsäkkäät, jotka eivät ole vielä sukukypsiä, syövät männyn versojen nilaa ennen kuin laskeutuvat puista karikkeeseen talvehtimaan. Ne saavuttavat sukukypsyyden seuraavan kesän aikana vasta ravintosityönnin jälkeen. Ne eivät vielä lisäänty onnistuneesti, koska muninta myöhästyy ja kävyt ovat liian kovia pienten toukkien syötäväksi.

Keski- ja Pohjois-Suomessa kärsäkkäät eivät ehdi kotoitua kasvukauden aikana. Ne viettävät kesän, syksyn ja ensimmäisen talvensa toukkana kävyssä. Toukat kotoituvat keväällä ja aikuistuvat vasta kesällä. Samana keväänä kuoriutuneet uuden sukupolven aikuiset saavuttavat sukukypsyyden niin myöhään, että kärsäkkäiden muninta siirtyy seuraavaan kevääseen.

Torjuntamahdollisuudet

Käpypikikärsäkästä ei ole tarvetta torjua mäntymetsissä. Torjuntamenetelmiä tarvitaan sellaisilla männyn siemenviljelyksillä, joilla käpypikikärsäkään aiheuttamat käpytuhot ovat runsaat.

Tuhoriskin pienentämiseksi männyn siemenviljelmät kannattaa perustaa suhteellisen suurille tasaisille peltoaukeille, jotka eivät ole kärsäkkään

luontaisia elinpaikkoja. Koska kontortamänty on huomattavasti mäntyä alttiimpi tuhoille, kontortamännyn kasvatusta männyn siemenviljelysten läheisyydessä kannattaa välttää.

Mäntykloonien kestävyyskärsäkästuoja vastaan vaihtelee. Kun siemenviljelykset tulevaisuudessa perustetaan nykyistä pienemmillä kloonimäärillä, on huolehdittava siitä, ettei viljelykseen valittavien kloonien joukossa ole kärsäkästuoille erityisen alttiita yksilöitä.

Keski- ja Pohjois-Suomessa, missä laji talvehtii toukkana kävyissä, sen elinkierto saadaan katkeamaan keräämällä kärsäkkään asuttamat kävyt pois viljelmältä käpykeruussa, jolloin toukat ja kotelot tuhoutuvat karistuksessa. Lajilla on runsaasti toukkaloisia, jotka tuhoavat suuren osan, jopa 75 %, kehittyvistä toukista ja ovat siten hyödyllisiä. Loisia ei voida käyttää suoraan torjuntaan, mutta on tärkeä ottaa huomioon, ettei torjuntatoimenpiteillä vähennetä tahattomasti luontaista loiskantaa. Tämän vuoksi Etelä-Suomessa kärsäkkään vioittamat kävyt voidaan jättää keruussa keräämättä, koska ne sisältävät tähän vuodenaikaan ainoastaan hyödyllisiä loistoukkia.

Käypikikärsäkkäiden kiipeämistä latvuksiin on yritetty estää runkoon asetetuilla liimapannoilla. Ne viivästyttivät munintaa, mutta eivät toimineet tehokkaana torjuntakeinona. Kärsäkkäät eivät astuneet liimaan, joten liimapannat eivät vähentäneet kärsäkkäitä alueelta määrällisesti. Lisäksi yksilöt lentävät latvukseen lämpimässä säässä välttäen liimapannan. Ne siirtyvät myös latvuksesta toiseen lentäen.

Käypikikärsäkkään kemiallista torjuntaa ei ole selvitetty viime vuosina vähäisen torjuntatarpeen vuoksi. Tehokkaat kemialliset kasvinsuojeluaineet, joilla runkoja voisi ruiskuttaa keväisin ja syksyisin, eivät ole enää hyväksytyjä. Kemiallinen torjunta nykyisillä kasvinsuojeluaineilla vaatii selvitystä (ks. luku 4).

Muut männyn- ja kuusen kukinnoista ja kävyistä tavattavat lajit

Varsinaisten käpytuholaisten lisäksi sekä männyllä että kuusella elää muita hyönteislajeja käpyjen eri vaiheissa. Toisinaan niillä on merkitystä tuhona aiheuttajina. Osa lajeista ei ole haitallisia, mutta ne kiinnittävät käpyjen ja siementen kanssa työskentelevien huomion.

Sekä kuusen että männyn emikukinnot voivat tuhoutua. Erityisesti mäntyä aiemmin kukkivalla kuusella halla voi palelluttaa kukinnot. Lisäksi muutama keväinen perhoslaji syö kuusen emisilmuja ja kukintoja sekä nuoria käpyjä.

Ruostesoukkokääriäinen (*Zeiraphera ratzeburgiana*) käyttää normaalisti ravintonaan kuusen kasvusilmuja. Kääriäinen munii silmuihin syksyllä ja talvehtii munana. Mikäli muna on kukkasilmussa munassa talvehtinut aikaisin keväällä kuoriutuva toukka syö kukkasilmun. Jopa 30 % emikukista voi päätyä toukan syömiksi.

Käpykoisan lähisukulainen, neulaskoisa (*Dioryctria schützeella*) talvehtii toukkana silmusuomujen välissä. Se syö pääasiallisesti versoja, mutta toisinaan myös emikukkia ja nuoria kuusenkäpyjä, etenkin jos toukan talvehtimipaikka on kukkasilmujen lähellä. Toukka koteloituu ruokailupaikallaan kesäkuun puolivälissä. Toisinaan myös männynkäpykoisan (*Assara terebrella*) on havaittu iskeneen sekä kuusen hede- että emikukintoihin sekä muiden hyönteislajien vahingoittamiin käpyihin.

Männynversokoisa (*Dioryctria mutabella*) on männyllä elävä havukoisalaji, joka on käpykoisaa hieman pienempi. Normaalisti laji elää männyn kasvaimissa syöden niitä ontoiksi. Talvehtineet toukat voivat tuhota edellisen vuoden pölyttäneet emikukinnot kasvaimien kärjistä aikaisin keväällä. Laji koteloituu ja aikuistuu kesällä. Koteloista kuoriutunut uusi sukupolvi iskeytyy vihreisiin tuoreisiin käpyihin aiheuttaen samanlaista vahinkoa männyn kävyille kuin käpykoisa kuusella. Vioituksen huomaa kävyn pinnalle kertyneestä ulostepurusta (kuvapari 3.36). Lajin hyödyntää pääasiassa jo käpy-



Kuvapari 3.36. Koisan aiheuttamat vioitukset männyn kävyissä ovat samankaltaisia kuin kuusen kävyissä. (kuvat TY).

pikikärsäkkään asuttamia käpyjä. Tämän vuoksi männynversokoisa ei ole käpyjen tuholaisena merkittävä eikä vaadi erityisiä torjuntatoimenpiteitä.

Kuusen yleisistä tuholaisista sekä käpykoisa että kuusensiemennittari iskeytyvät myös männyn käpyihin, mikäli kuusi ei kuki. Nämäkin lajit hyötyvät käypikikärsäkkään aiheuttamasta tuhosta. Kyse on yksittäisten käpyjen vioituksesta eikä käpysadon merkittävästä tuhosta.

Kävynsuomukääriäinen (*Cydia illutana*) on kuusenkäpykääriäisen sisarlaji. Se elää kuusen kävyissä ja nakertaa käpysuomuja, joten sen vioitus näkyy puruna. Pieni toukka syö ensin siemeniä ja myöhemmin käpysuomuja. Sisarlajistaan poiketen se ei vahingoita kävyn lapakkoa. Kävynsuomukääriäinen esiintyy huomattavasti harvalukuisempuna kuin erittäin yleinen kuusenkäpykääriäinen ja on elinkierroltaan yksivuotinen.

Kuusen käpysuomujen välissä on joinakin vuosina oransseja äkämäsääsiin (Diptera: Cecidomyiidae) kuuluvan *Resseliella*-suvun toukkia. Toukat ovat kirkkaan kelta-oransseja. Toukat elävät yleensä muutaman yksilön ryhmissä. Ne imevät nestettä käpysuomuista ja aiheuttavat suomujen tummenemista ja pihkaisuutta. Toukkia kävyn pihkaneritys ei haittaa. Jos toukkia on runsaasti, vioituskohdan voi havaita kävystä lievästi epämuodostuneiden suomujen perusteella. Toukkien aiheuttamat vahingot vaikeuttavat käpysuomujen avautumista. Aikuisten lentoaika on kesä-heinäkuussa ja toukat poistuvat kävyistä syksyllä. Toukat talvehtivat karikkeessa ja koteloituvat seuraavana keväänä. Käpysuomun pihkaantuminen huonontaa siementen irtoamista käpysuomusta.

Kovakuoriaisiin kuuluva käpykytry (*Ernobius abietis*), (Coleoptera: Anobiidae) elää vanhoissa, siemenensä karistaneissa, maahan tippuneissa tai vielä puussa kiinni olevissa kävyissä. Käpykytry munii myös toisten hyönteisten vaurioittamiin, kuiviin käpyihin. Lajilla ei ole merkitystä vahingonaiheuttajana. Lähilaji närekytry (*Ernobius abietinus*) elää harvalukuisena lounaassa ja on elintavoiltaan käpykytryn kaltainen.



Kuva 3.37. *Resseliella*-suvun toukka on vain 2–3 mm pituinen. (kuva JS).

Kuusen käpyjä kerätessä karisee käpysuomujen välistä usein litteitä varjoluteisiin (Hemiptera: Lygaeidae) kuuluvia käpyluteita. Kuusenkäpylude (*Gastrodes abietum*) ja ruostekäpylude (*Gastrodes grossipes*) elävät kummatkin kuusen kävyissä. Ruostekäpylude elää myös männyn kävyissä. Käpyluteet ovat noin seitsemän millimetrin pituisia. Luteet munivat keväällä: ruostelude männyn ylivuotisiin käpyihin ja kuusenkäpylude kuusen ylivuotisiin käpyihin. Käpysuomujen alla kehittyvät luteet käyttävät käpyä elinympäristönään eivätkä ravintonaan. Luteilla on osittainen muodonvaihdos (kuva 3.38). Päivisin nymfit piileskelevät kävyn suojissa ja siirtyvät yöaikaan imemään nesteitä versoista. Nymfit kehittyvät aikuisiksi loppukesästä tai alkusyksystä. Kun uudet kävyt kuivuvat syksyllä ja niiden suomut raottuvat luteet kerääntyvät niihin ja talvehtivat kävyissä. Talvella kävyistä pudonneita luteita voi nähdä hangella.



Kuva 3.38. Ruostekäpylude (vasen ylin) on ruosteen ruskea. Kuusenkäpylude (vasen alin) on värikkäämpi. Vaikka luteilla on ero värityksessä luotettavammin lajit erottaa toisistaan tuntosarviens ensimmäisen (päähän kiinnittyneen) jaokkeen pituudesta suhteessa luteen "nenän" pituuteen: ruostekäpyluteella jaoke on pidempi ja kuusenkäpyluteella samanmittainen kun nenä. Käpyluteilla on osittainen muodonvaihdos ja viisi toukkavaihetta. Punertava pieni nymfi (alhaalla oikea) on nuorempi kuin nymfi, jolla on jo siiventyngät ja jonka väri on tummentunut ja joka muistuttaa jo aikuista (oikea ylin).



Kuva 3.39. Kuusentuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeitä täynnä oleva käpy. (kuva TY).

Käpyruosteet

Katri Himanen

Kuusentuomiruoste (*Thekopsora areolata*) ja kuusentalvikkiruoste (*Chrysomyxa pirolata*) haittaavat merkittävästi kuusen siementuotantoa. Ruosteet voivat tuhota käytännössä koko siemensadon, mutta vuosien välinen vaihtelu tartuntojen määrässä on suurta. Molemmat ruosteet tarttuvat kuusen emikukintoihin kukinnan aikana ja siementen kehitys häiriintyy. Tuomiruoste on lajeista yleisempi ja sen aiheuttama tartunta tuhoaa tyypillisesti koko kävyn. Lisäksi tuomiruoste voi vaurioittaa kasvavia kuusen versoja (kuva 3.40). Talvikkiruosteen tartuttamissa kävyissä osa siemenistä voi kehittyä normaalisti. Kumpikaan ruosteista ei voi tarttua siemenestä toiseen, joten tautisten käpyjen keräämisen aiheuttama haitta liittyy ennen

kaikkea saannon alenemiseen. Useimmiten ruosteen vioittamat siemenet saadaan karistamalla pois lajittelun yhteydessä, mutta on raportoitu tapauksista, joissa huono itävyys myytävässä siemenessä on paljastunut ruosteinfektion aiheuttamaksi. Molemmat lajit infektoivat myös useiden muiden kuusilajien käpyjä.

Kuusen käpysuomuilla itiöi edellä mainittujen lajien lisäksi kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*), joka epidemiavuosina kellastuttaa laajoilla alueilla kuusen uusimman neulasvuosikerran. Sieni ei kuitenkaan haittaa merkittävästi käpyjen ja siementen kehittymistä. Laji on yleisin Itä- ja Pohjois-Suomessa. On mahdollista, että Suomessa esiintyy näiden tunnettujen lajien lisäksi myös muita käpyjä vaurioittavia tai niillä lisääntyviä ruostesieniä.

Kuusentuomiruoste

Tuomiruosteen väli-isäntäkasveja ovat *Prunus*-suvun puut, meillä useimmiten metsätuomi (*P. padus*). Sienen ruskeankeltaiset kesäitiöpesäkkeet kehittyvät tartunnan jälkeen tuomen lehtiin. Kesäitiöpesäkkeet muuttu-



Kuva 3.40. Tuomiruoste voi tarttua myös puutumattomiin versoihin. Oireena on verson vääntäminen ja kuivettuminen. (kuva KH).

TUOMIRUOSTE

Tuomiruoste tarttuu kuusen emikukintoihin maahan varisseissa tuomenlehdissä kehittyvistä itiöistä. Kävyissä sieni tuhoaa siemenet ja muodostaa käpysuomuihin mustat helmi-itiöpesäkkeet. Helmi-itiöitä vapautuu usean vuoden ajan vanhoista kävyistä. Tautia voidaan torjua keräämällä sairaat kävyt pois siemenviljelyksiltä sekä poistamalla lähialueiden tuomikasvustot.

vat talvi-itiöpesäkkeiksi ja nämä talvehtivat maahan pudonneilla tuomenlehdillä. Keväällä talvi-itiöasteet itävät ja muodostavat infektointikykyisiä kantaitiöitä. Kantaitiöt tartuttavat emikukat tai kuusen kasvavat versot. Kämpysuomuihin erittyy ensin tahmeaa itiöliuosta, joka on peräisin spermagonioista, joissa sieni pariutuu. Tämän jälkeen kämpysuomuihin – pääasiassa niiden alapinnoille – muodostuu loppukesään mennessä lähes mustia, kiiltäväpintaisia helmi-itiöpesäkkeitä (kuva 3.41). Myös tartunnan saaneisiin kasvaviin versoihin kehittyy helmi-itiöpesäkkeitä, mutta näitä on vaikeampi havaita.



Kuva 3.41. Kuusentuomiruosteen mustia helmi-itiöpesäkkeitä kämpysuomujen alapinnoilla. Sieni saastuttaa tyypillisesti koko kävyn. (kuva EO).

KUUSENTUOMIRUOSTEEN ELINKIERTO

Käyssä kehittyvistä helmi-itiöpesäkkeistä vapautuu helmi-itiöitä usean vuoden ajan. Nämä tartuttavat tuomen lehtiä. (kuva EO).

Kantaitiöt leviävät tuulen mukana tuomen lehdistä ja infektioivat emikukintoja.



Kesäitiöpesäkkeistä kehittyvät talvi-itiöpesäkkeet. Näiden itäessä kehittyvät itiökannat, joista vapautuvat kantaitiöt. (kuva SP).



Tartunnan saaneilla lehdillä kehittyvät oranssit kesäitiöpesäkkeet. Sieni talvehtii pudonneilla lehdillä.



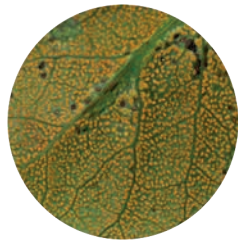
Kuva 3.42. Tuomiruostetartunnan saanut käpy erittää tahmeaa itiöliuosta, joka on havaittavissa kesäkuun lopulla. (kuva SP).

Helmi-itiöt tartuttavat vapauduttuaan väli-isäntäkasvit. Helmi-itiöpesäkkeiden muodostumisen ja etenkin itiöiden vapautumisen ajankohta vaihtelee paikasta ja vuodesta riippuen. Helmi-itiöitä voi vapautua pesäkkeistä heti niiden muodostuttua, mutta pääosa itiöistä vapautuu kävyn kypsymistä seuraavana kesänä. Helmi-itiölevintä voi jatkua usean vuoden ajan vanhoista kävyistä. Tuomiruosteen pääasiallisena tartuntareittinä pidetään edellä kuvattua, väli-isäntävaiheen sisältävää elinkiertoa. On kuitenkin mahdollista, että tauti voi tarttua suoraan kävystä käpyyn helmi-itiöiden välityksellä. Tätä puoltavat maastohavainnot sienen eri kehitysvaiheista sekä taudin yleisyys Pohjois-Suomessa, missä tuomea esiintyy vähän.

KUUSENTALVIKKIRUOSTEEN ELINKIERTO

Talvi-itiöpesäkkeet itävät keväällä ja itiökannoista vapautuu kantaitiöitä, jotka tartuttavat emikukintoja.

Kävyssä kehittyvistä helmi-itiöpesäkkeistä vapautuu helmi-itiöitä yhden syksyn ajan ja nämä tartuttavat talvikkeja. (kuva TY).



Talvikin lehdillä kehittyvät oranssit itiöpesäkkeet, jotka muuttuvat talvi-itiöpesäkkeiksi. (kuva PV).

Tartunnan saaneissa talvikeissa kehittyy systeeminen infektio, minkä johdosta sama talvikkiyksilö tuottaa tartuttamiskykyisiä kantaitiöitä useampana vuonna.



TALVIKKIRUOSTE

Talvikkiruosteen väli-isäntiä ovat mm. pikku-, iso- ja nuokkotalvikki. Näissä sieni tuottaa kuusen emikukintoja infektoivia itiöitä useana vuonna peräkkäin. Kävyissä tauti näkyy kirkkaan oransseina itiöpesäkkeinä. Näistä helmi-itiöt vapautuvat jo samana syksynä, joten sairaiden käpyjen poistamisesta keruun yhteydessä ei ole apua taudin torjunnassa.



Kuva 3.43. Talvikkiruosteen oranssia itiöliuosta kävyn pinnalla kesäkuun loppupuoliskolla. (kuva TY).

Kuusentalvikkiruoste

Talvikkiruosteen väli-isäntäkasveina toimivat nimen mukaisesti talvikit (*Pyrola*-suvun lajit sekä *Orthilia secunda*). Oranssinkeltaiset kesäitiöpesäkkeet kehittyvät tartunnan jälkeen talvikkien lehtien alapinnoille (kuva 3.43) ja sieni talvehtii niissä. Keväällä kesäitiöasteet ovat muuttuneet talvi-itiöpesäkkeiksi ja niissä syntyvät kuusen emikukintoja tartuttavat kantaitiöt. Tartunnan saanut talvikki levittää kantaitiöitä useampana perättäisenä vuotena, sillä sieni saa kasvissa aikaan systeemisen infektion. Muutaman viikon kuluttua kanta-itiöiden leviämisestä kehittyviin käpyihin muodostuu spermagonioita ja tämän jälkeen käpysuomujen yläpinnoille muodostuu oransseja helmi-itiöpesäkkeitä (kuva 3.45). Toisin kuin tuomiruosteella, talvikkiruosteen helmi-itiöt vapautuvat heti samana vuonna loppusyksyyn mennessä. Talvikkiruoste ei välttämättä tuhoa kaikkia siemeniä tartunnan saaneessa kävyssä, mutta sairastunut käpy hajoaa helposti käpyjen kuljetuksen ja karistuksen aikana.



Kuva 3.44. Kuusentalvikkiruosteen kesäitiöpesäkkeitä talvikin lehden alapinnoilla. (kuva PV).



Kuva 3.45. Kuusentalvikkiruosteen helmi-itiöpesäkkeet näkyvät kirkkaan oransseina käpysuomujen yläpinnoilla. (kuva TY).

Ruostetuhojen ennakointi ja torjunta

Sääolot vaikuttavat merkittävästi ruostetuhojen määrään. Toukokuun suuri sademäärä edesauttaa kantaitiöiden syntymistä ja itämistä ja näin ollen lisää kuusen kukintojen tartuntoja. Vastaavasti kuiva alkukesä estää emikukintojen tartuntoja tehokkaasti, vaikka itiöintiä tapahtuisi runsaasti. Loppukesän sääolosuhteilla ei sitä vastoin ole suurta merkitystä ruostetuhoihin. Ruostetuhojen voimakkuutta voi näin ollen ennakoida erityisesti kuusen kukintajan sääoloja seuraamalla.

Koska tuomiruoste itiöi sairaisissa kävyissä usean vuoden ajan, niiden poistaminen erityisesti siemenviljelyksillä vähentää epidemiariskiä. Myös tuomien poistaminen viljelyksiltä ja niiden lähialueilta (useita satoja metrejä) vähentää kanta-itiöistä tapahtuvia tartuntoja. Mikäli tartunta helmi-itiöiden välityksellä suoraan kävystä käpyyn on mahdollista, tuomien poistaminen ei takaa epidemioiden välttämistä: helmi-itiöt pystyvät leviämään satoja kilometrejä tuulen mukana.

Talvikkiruoste ei leviä vanhoista kävyistä, joten sen sairastuttamien käpyjen poistaminen siemenviljelyksillä ei ole tarpeen. Talvikkien hävittäminen viljelyksiltä ja niiden lähialueilta vähentäisi tartunnan riskiä, mutta pienistä talvikeista eroon pääseminen on vaikeaa. Käpyruosteiden kemiallista torjuntaa on tutkittu, mutta tehokkaita kauppavalmisteita ei ole Suomessa tällä hetkellä saatavilla. Torjunta-aineruiskutukset on kokeissa ajoitettu kuusen kukinnan aikaan.

Siementuhot maassa

Pekka Helenius

Bioottiset tuhot

Puusta maahan varisseita tai kylvöaloille kylvettyjä männyn ja kuusen siemeniä käyttävät ravintonaan useat eri eläinryhmät mm. hyönteiset, pikkunisäkkäät ja linnut. Siemenet ovat haluttua ravintoa, koska niissä on runsaasti rasvoja, proteiineja ja hiilihydraatteja. Siemenen painosta yli kaksi kolmas osaa koostuu näistä ravintoaineista.

Osa eläimistä paikantaa maassa olevat siemenet näköaistinsa avulla, osa taas haju- tai tuntoaistinsa avulla. Männyn kylvöaloilla siemensyönnin ja siementen pois kuljetuksen osuus on helposti useita kymmeniä prosentteja kylvetystä siemenmäärästä ja näin ollen sillä voi olla suuri vaikutus kylvötulokseen. Esimerkiksi Ruotsissa tehdyssä kokeessa sirkkataimia syntyi siemensyönniltä suojattuun kylvölaikkuun seitsemän kertaa enemmän kuin suojaamattomaan laikkuun. Siemensyönnin määrään ja syöjälajistoon vaikuttaa myös se, että kaikilla siemensyöjillä on omat syöjänsä eli saalistaajat. Peitteinen ympäristö (puusto, runsas pintakasvillisuus, muokkaamaton maa, hakkuutähteet ym.) tarjoaa suojaa siemenille, mutta toisaalta myös siemeniä syöville eläimille.



Kuva 3.46. Siemenen koko, näkyvillä olo ja väritys suhteessa taustan väriin vaikuttavat siemensyöntiriskiä. (kuva PH).



Kuvasarja 3.47. Pikkulinnuista peippo (oikea yläkuva) on yleisin siemensyöjä männyn kylvöaloilla. Se halkaisee siemenkuoren pituussuunnassa kahteen osaan ja syö sisustan (vasen yläkuva). Todisteeksi syönnistä jää siistejä siemenkuoren puolikkaita. Myös talitiainen (vasemmalla) käy toisinaan syömässä maassa olevia havupuun siemeniä. (kuvat PH).

Linnut

Maassa olevia havupuun siemeniä syövät mm. peippo (*Fringilla coelebs*), järripeippo (*Fringilla montifringilla*), talitiainen (*Parus major*), urpiainen (*Carduelis flammea*) ja sepelkyyhky (*Columba palumbus*). Ainakin peippo ja urpiainen voivat syödä siemeniä myös suoraan puussa olevasta avautuneesta kävystä. Samaan ovat erikoistuneet myös käpylinnut (*Loxia* sp.). Peipon merkitys siemensyöntituhouissa korostuu sen yleisyyden ja laajan levinneisyyden takia.

Linnut paikantavat siemenet näköaistinsa avulla. Näin ollen siemenen riskiin tulla löydetyksi ja syödyksi vaikuttaa sen koko, näkyvillä olo ja väritys suhteessa taustan väriin. Tumma ja kookas männyn siemen vaalean kivennäismaan pinnalla on helppo saalis linnuille, vaalean tai maahan hautautuneen siemenen ennuste samassa ympäristössä on parempi. Siemenen väritys onkin sopeuma välttää siemensyöntiä. Esimerkiksi metsäpalon jälkeen palaneeseen tummaan maahan siemenensä varistavan kontortamännyn (*Pinus contorta*) siemenet ovat hiilen mustia tai tumman ruskeita. Sammalikossa siemenet ovat hyvin piilossa linnuilta.

Ympäristö vaikuttaa lintujen siemensyöntiin siten, että esimerkiksi säästö- tai siemenpuiden ja reunametsän lähellä syöntipaine on suurempi kuin

keskellä puutonta alaa. Ajallisesti lintujen syöntipaine on suurimmillaan peippojen kevätmuuttoaikaan toukokuussa, eli samaan aikaan kun mänty varistaa pääosan siemenistään. Syöntipainetta lisää se, että hyönteisten eli vaihtoehtoisen ravinnon määrä on keväällä vielä alhainen. Peipot syövät siemeniä kuitenkin läpi koko kesän aina syysmuuttoon saakka (syyskuun puoliväli - lokakuun alku), mikäli niitä vain on saatavilla.

Peipot ovat tehokkaita siemensyöjiä: Ruotsissa tehdyssä kokeessa peippo löysi ja söi kolmessa minuutissa vajaa sata yhden neliömetrin kivennäismaalaille ripoteltua männyn siementä. Sammalikkoon ripoteltujen siementen syönti oli paljon hitaampaa ja osa siemenistä jäi peipolta kokonaan löytämättä. Kylvö- ja luontaisen uudistamisen aloilla suuri osa näkyvillä olevista siemenistä voikin tulla syödyksi muutamassa viikossa kylvön / siementen varisemisen jälkeen.

Pikkunisäkkäät

Myyrät, hiiret ja päästäiset käyttävät ravinnon etsintään pääasiassa hajuaistiaan. Näin ollen ne löytävät myös maahan hautautuneet tai kasvillisuuden seassa olevat siemenet. Mitä kosteampi siemen on, sitä enemmän siitä erittyy hajua ympäristöön ja sitä suurempi on sen riski tulla löydettyksi ja syödyksi. Siemenen kosteuden lisäksi syöntipaineeseen vaikuttaa myös puulaji, sillä siemenen maittavuudessa ja sulavuudessa on lajikohtaisia eroja.



Kuva 3.48. Orava kävi muutaman kerran syömässä kylvölaikussa olevia männyn siemeniä. (kuva PH).



Kuva 3.49. Metsäpäästäinen kylvöaikussa yöllä. Se löysi männyn siemenet helposti myös ohuen maakerroksen alta. Päästäinen ei syönyt löytämiään siemeniä kylvöaikussa, vaan kuljetti ne pintakasvillisuuden sekaan ja söi ne siellä. (kuva PH).

Pohjois-Amerikassa tehdyssä kolmen puulajin siementen syöntikokeessa pikkunisäkkäille (viisi eri myyrä- ja hiirilajia) kelpasivat parhaiten kontortamännyn siemenet, sen jälkeen valkokuusen siemenet ja heikoimmin lännenpihdan siemenet.

Pikkunisäkkäät ovat siemensyöjinä arempia kuin pikkulinnut ja viihtyvät avoimessa kylvöaikussa vain vähän aikaa kerrallaan. Samasta syystä pikkunisäkkäiden siemensyöntipaine on metsänreunassa suurempi kuin keskellä aukeaa. Suonenjoella tehdyssä siemensyöjien riistakameraseuranassa metsäpäästäinen (*Sorex araneus*) kulki avoimen kivennäismaalaidun ja pintakasvillisuuden väliä edestakaisin kymmeniä kertoja minuutissa. Kuriositeettina voidaan mainita, että riistakamerakuivissa näkyi muutaman kerran myös orava (*Sciurus vulgaris*) syömässä männyn siemeniä.

Runsas pintakasvillisuuden (erityisesti heinien) ja hakkuutähteiden määrä tarjoaa suojaa pikkunisäkkäille ja lisää tätä kautta siemensyöntipai-

netta. Tästä johtuen kuivien ja kuivahkojen kankaiden yleensä melko karut metsäkylvökohteet ja luontaisen uudistamisen alat eivät kuulu pahimpaan riskiryhmään.

Monilla pikkunisäkkäillä yleinen kannanvaihtelu vaikuttaa siemensyöntipaineeseen. Huippuvuotena peltomyyriä (*Microtus agrestis*) tai metsämyyriä (*Myodes glareolus*) voi olla hehtaarilla kymmenkertainen määrä kannan romahduksen jälkeiseen tilanteeseen verrattuna. Vuosivaihtelun lisäksi vuodenajalla on vaikutusta syöntipaineeseen: myyräkannat ovat yleensä alhaiset keväällä ja kasvavat syksyä kohti. Tämä voi osaltaan selittää männyin syyskylvöjen vaihtelevia tuloksia. Havupuiden siemensatojen mahdollista vaikutusta pikkunisäkäskantoihin ei vielä tunneta.

Pikkunisäkkäiden siemensyönnistä jää vaihtelevasti todisteita: osa syö koko siemenen kuorineen (mm. peltomyyrä), osa taas nakertaa kuoreen reiän ja syö vain sisustan (mm. metsämyyrä ja päästäinen). Siemenkuoreen jäävästä syöntijäljestä voidaan tehdä suuntaa antavia arvioita ”syyllisestä”. Esimerkiksi myyrillä ja hiirillä syöntijälki on pyöreähkö ja lievästi rosoreunainen. Päästäisen syönnin jäljiltä taas koko siemenkuori on sirpaloitunut.



Kuvapari 3.50. Metsämyyrä kylvöaikussa. (kuva PH). Myyrän syömissä kuusensiemensissä syöntijäljet ovat pyöreähköjä ja rosoreunaisia. (kuva KH).

Selkärangattomat

Selkärangattomien aiheuttamista tuhoista maassa oleville havupuiden siemenille on vielä varsin vähän tietoa, mutta esimerkiksi joidenkin hyönteisten tiedetään käyttävän siemeniä ravintonaan. Hyönteiset käyttävät siemenen paikallistamiseen ainakin haju- ja tuntoaistiaan.

Siemensyöjäjalajistoa rajaa siemenen kova kuori, joka hyönteisen täytyy pystyä puhkaisemaan tai rikkomaan päästäkseen käsiksi vararavintosolukoon ja alkioon. Tämä onnistuu ainakin joiltain kovakuoriaisiin kuuluvilta maakiitäjäisiltä (*Amara*-, *Harpalus*- ja *Pterostichus*-suvut). Siemenen itäessä ja siemenkuoren avautuessa syöjäjalajistoon liittyy lisää maakiitäjäisiä, mm. metsäkampakiitäjäinen (*Calathus micropterus*) (kuva 3.51) sekä luteita ja hyppyhäntäisiä. Hyönteisten syömissä siemenissä kuoren syöntijäljet ovat usein epäsäännöllisen muotoisia ja sahalaitaisia.

Muurahaiset (*Formicidae*) tyhjentävät pesänsä lähelle osuneet kylvölaikut siemenistä yleensä muutamassa päivässä. Löytämänsä siemenet ne kuljettavat pesäänsä, mutta eivät käytä niitä ravintonaan, vaan pesänsä kuivikkeena. Muurahaisten kaivamat käytävät uudistamisaloilla voivat vaikuttaa paikallisesti myös maan pinnan lämpöoloihin (ks. s. 81).

Tukkimiehentäi (*Hylobius abietis*) ei aikaisemmasta tiedosta poiketen pysty käyttämään ravintonaan itämätöntä havupuun siementä. Sitä vastoin tukkimiehentäi syö itäneiden siementen sirkkajuuria ja -varsia ainakin silloin, kun muuta ravintoa on niukasti saatavilla. Tukkimiehentäin tiedetään



Kuvapari 3.51. Maakiitäjäisistä ainakin kaarnasysikiitäjäisen (*Pterostichus oblopnctatus*, vasemmalla) ja metsäkampakiitäjäisen (oikealla) tiedetään syövän maahan varisseita havupuun siemeniä. (kuvat EO). Juha Siitosen kokoelma.



Kuvapari 3.52. Muurahaiset pystyvät helposti kantamaan itseään painavimmat männyn siemenet pesäänsä. Vasen kuva on otettu muurahaispesän lähellä olevasta kylvölaikusta 2. heinäkuuta ja oikea kuva samasta paikasta 24. heinäkuuta. (kuvat PH).



Kuva 3.53. Tukkimiehentäin nakertamia männyn siemenkuoria. Mikroskopoinnin perusteella nakertelu kohdistui vain siemeniin, joiden siemenkuori oli jo auki, ts. siemen oli itänyt. (kuva TY).



Kuva 3.54. Metsäetana ei pysty läpäisemään havupuun siemenen kuorta, mutta se syö itäneiden siementen sirkkajuuria ja -varsia sekä sirkkataimia. (kuva PM).

liikkuvan avoimella kivennäismaapinnalla nopeammin ja suorempaa reittiä kuin kasvillisuuden seassa, minkä arvellaan olevan keino välttää joutumista syödyksi. Maanmuokkauksessa syntyvällä paljaalla kivennäismaapinnalla lienee samanlainen vaikutus myös muihin, havupuun siemeniä syöviin kovakuoriaisiin.

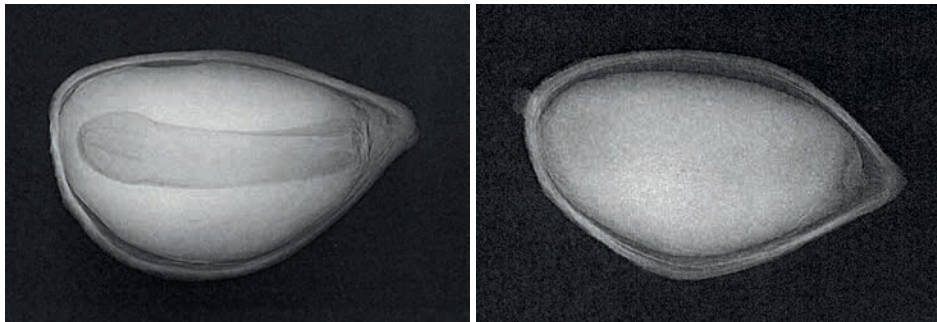
Myöskään metsäetana (*Arion subfuscus*) ei pysty läpäisemään havupuun siemenen kuorta, mutta se syö tukkimiehentäin tavoin itäneiden siementen sirkkajuuria ja -varsia. Metsäetanan esiintyminen riippuu ympäristön kosteudesta ja sitä tavataankin pääasiassa peitteisillä ja varjoisilla metsänpohjilla, jossa se on yksi merkittävimmistä havupuiden sirkkataimien tuhoalaisista. Uudistusalalla metsäetanaan voi törmätä yleensä vain sateisina päivinä. Etanan haitallisuutta korostaa se, että se on aktiivisimmillaan silloin, kun olosuhteet myös siementen itämiselle ovat hyvät.

Abioottiset tuhot

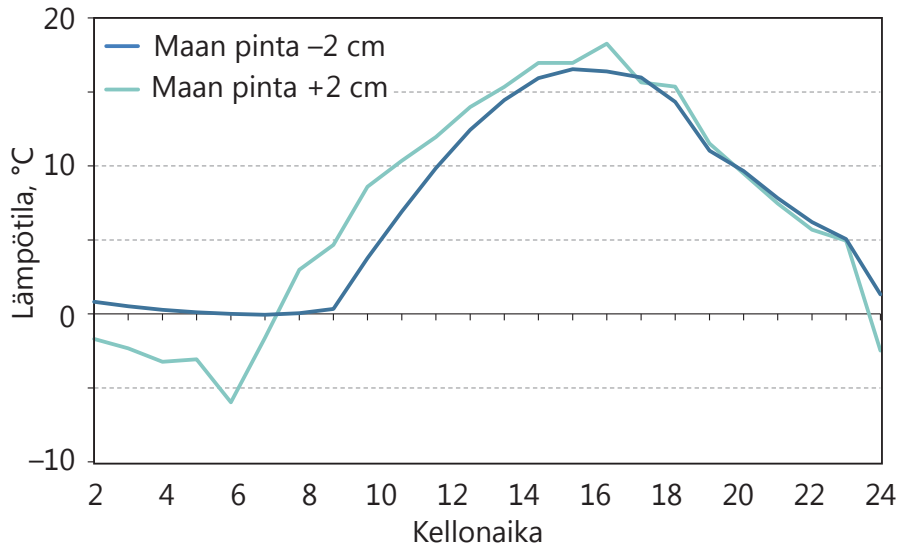
Havupuiden siemenet kestävät heikosti alhaisia lämpötiloja kosteana. Männyn ja kuusen siemen voi vaurioitua pakkasessa, kun siemenen kosteus ylittää 15 % (kuvapari 3.55). Tämä on yksi syy, minkä takia männyn syyskylvö on riskialtis menetelmä ainakin Etelä- ja Keski-Suomessa. Syys-lokakuussa kylvetyt siemenet kostuvat maassa nopeasti syksyn sateissa ja voivat jäätyä pakkasilla ennen suojaavan lumipeitteen satamista. Lumipeitteen lisäksi myös ohut kivennäismaapeitto siemenen pinnalla suojaa siementä alhaisilta lämpötiloilta. Esimerkiksi 2 cm:n syvyydessä kivennäismaassa lämpötila säilyy yleensä nollan tuntumassa, vaikka maan pinnalla olisikin pakkasta (kuva 3.56).

Toinen syyskylvöön liittyvä ongelma on siementen itäminen etenkin lämpiminä syksyinä tai aikaisessa syyskylvössä. Etelä- ja Keski-Suomessa lämpötila voi vielä lokakuun alkupuolellakin olla riittävän korkea siemenen itämiselle (kuva 3.57). Itämisriskiä lisää korkea ilman suhteellinen kosteus ympäri vuorokauden. Itäminen syksyllä johtaa yleensä siemenen tai sirkkaimen tuhoutumiseen.

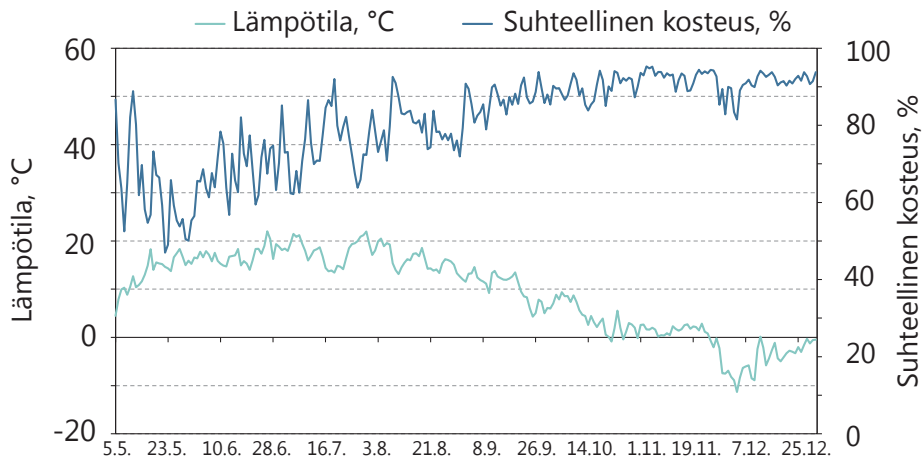
Tietyissä olosuhteissa lämpötila voi nousta myös haitallisen korkeaksi siemenille. Avohakkuualueiden tummilla ja kuohkeilla humuspinnoilla ja etenkin kulotetun maan pinnalla lämpötila voi aurinkoisina ja tyyninä kesäpäivinä nousta hetkellisesti jopa yli 65 °C:een. Näin korkeaa lämpötilaa ei kuivakaan siemen yleensä kestä vaurioitumatta, etenkin kun lämpötila tumman siemenen sisällä voi nousta muutaman asteen ympäröivän ilman lämpötilaa korkeammaksi. Sirkkaimet alkavat puolestaan vaurioitua lämpötilan noustessa yli 45 °C:een. Kivennäismaa johtaa paremmin lämpöä,



Kuvapari 3.55. Röntgenkuvat terveestä (vasemmalla) ja jäätyneestä (oikealla) männyn siemenestä. (kuva Luke/metsäpuiden siemenlaboratorio).



Kuva 3.56. Vuorokautinen lämpötilanvaihtelu avoimella hiekkakentällä 2 cm:n syvyydessä sekä 2 cm:n korkeudella maan pinnasta huhtikuun lopulla Suonenjoella.



Kuva 3.57. Ilman vuorokautinen keskilämpötila ja suhteellinen kosteus avoimella hiekkakentällä maan pinnassa (+10 cm) Suonenjoella toukokuun alusta vuoden loppuun (vuosien 2012 ja 2013 keskiarvo).

joten se on päivällä aina humuspintaa viileämpi ja siemenen sekä sirkkataimen kannalta turvallisempi. Kivennäismaata viilentää myös syvemmältä maasta kapillaarisesti nousevan veden haihtumiseen kuluva lämpö. Yöllä kivennäismaan luovuttama lämpö suojelee itäviä siemeniä ja sirkkataimia hallalta.

Tuhojen torjunta maassa

Metsänviljelyaloilla siemensyöntiä on aikojen kuluessa yritetty ehkäistä käsittelemällä kylvösiemeniä erilaisilla karkoteaineilla kuten lyijyllä, elohopealla, alumiinijauheella, endriinillä, tiraamalla, antrakininonilla ja chili-pippurista tutulla kapsaisiinilla. Tulokset näistä kokeiluista ovat olleet vaihtelevia osin siitä syystä, että tietyllä karkoteaineella on erilainen vaikutus eri eläinryhmiin. Esimerkiksi kapsaisiini vähentää pikkunisäkkäiden siemensyöntiä, mutta ei vaikuta pikkulintujen siemensyöntiin, sillä linnut eivät aisti kapsaisiinia. Tästä syystä tehoaineita on myös yhdistelty. Sekä tiraamia että endriiniä sisältävällä valmisteella on saatu hyvä suoja lintujen, pikkunisäkkäiden ja osin myös hyönteisten siemensyöntiä vastaan. Osa karkoteaineista on kuitenkin laskenut siementen itävyyttä, osa taas on sekä ihmiselle että ympäristölle myrkyllisiä (mm. endriini). Edellä mainituista syistä johtuen niitä ei nykyisin käytetä Suomessa metsänviljelyssä.

Pohjois-Amerikassa tehdyissä kokeissa pikkunisäkkäiden siemensyöntituhoja on saatu vähennettyä levittämällä kylvöalalle vaihtoehtoista ravintoa, mm. auringonkukan siemeniä tai kaurahiutaleita. Levitysmäärä on ollut kaksi auringonkukan siementä yhtä kylvettyä männyn siementä kohti, mikä vastaa muutamia kymmeniä kiloja auringonkukan siementä hehtaarille. Koska auringonkukan siemenen kilohinta on vain euron luokkaa, sen levitys kylvöalalle voi olla kannattavaa, jos paljon kalliimman kylvösiemenen määrää voidaan sen myötä pienentää. Käytännön kokemuksia menetelmän toimivuudesta Suomessa ei toistaiseksi vielä ole. Vaihtoehtoinen ravinto voi toisaalta houkutella paikalle myös lisää siemensyöjiä.

Pikkunisäkkäiden, mm. myyrien siemensyöntipaine on keväällä yleensä pienempi kuin syksyllä, populaation huippuvuosia lukuun ottamatta. Siemensyöntiriskiä voikin pienentää kylvämällä ensisijaisesti keväällä ja toisaalta välttämällä kylvöä myyräsyklin huippuvuotena. Metsänhoidollisista toimenpiteistä ainakin kulotus pienentää pikkunisäkkäskantoja hetkellisesti ja voi näin ollen myös vähentää siemensyöntiä.

Siemensyöntiä voi käsinkylvössä vähentää piilottamalla siemenet noin yhden sentin paksuisen kivennäismaa- tai humuskerroksen alle. Tätä pak-

sumpi kerros alkaa jo hidastaa sirkkavarren tunkeutumista maan pinnalle. Syöntiriskin pienenemisen lisäksi peittäminen parantaa kosteusoloja siemenen ympärillä. Edellä mainituista syistä johtuen peittäminen on käsinkylvökokeissa nostanut orastumisen keskimäärin kaksinkertaiseksi peittämättömiin siemeniin verrattuna. Myöhäisessä syyskylvössä peittäminen suojaa siemeniä myös kovalta pakkaselta. Koneellisessa kylvössä siementen peittymistä voi edesauttaa luomalla kylvöalustan pintaan pienipiirteistä korkeusvaihtelua, joka sade-erosion myötä tasoittuu ja peittää siemenet.

Tuhonaiheuttajat käpyjen keruussa ja varastoinnissa

Katri Himanen

Kuusen kävyistä siemeniin siirtyvä *Sirococcus conigenus*

Keräämättä tai muuten puuhun jäävien kuusen (ylivuotisten) käpyjen käpysuomujen yläpinnalla näkee usein mustia sienten itiöpesäkkeitä tai vastaavia rakenteita (kuva 3.58). Näitä aiheuttaa moni sienilaji, mutta myös kuusen taimilla taiminäivettä ja -koroa aiheuttava *Sirococcus conigenus*. Metsissä sieni aiheuttaa koroja kasvussa oleviin kuusen versoihin. Sieni on usein seurannaistuholainen joko paleltuneissa tai tuomiruosteen käyristämissä versoissa. Taimitarhoille *S. conigenus* voi levitä ympäristön puista, mutta todennäköisemmin sieni kulkeutuu sinne siementen mukana.

Mikäli kerätty käpyrä sisältää ylivuotisia, sienen kuromaitiöpulloja eli pyknidioita sisältäviä käpyjä, sienen kuromaitiöitä päätyy karistuksen ja siementen puhdistuksen yhteydessä siementen pinnalle. Infektoituneista siemenistä kasvaviin taimiin kehittyy taiminäiveeksi kutsuttu tauti, jossa pieni taimi ruskettuu ja kuivuu pystyyn (kuva 3.59). Kuolleen taimen neulasiin

Kuva 3.58. *Sirococcus conigenus* -sienen itiöitä tuottavat pyknidiot näkyvät ylivuotisten käpyjen käpysuomujen pinnalla tummina pesäkkeinä. Kaikki käpyjen pinnalla näkyvät mustat itiöpesäkkeet eivät kuitenkaan ole tämän sienen aiheuttamia. (kuva KH).



tai varteen kehittyä jälleen kuromaitiöpulloja, joissa syntyvät itiöt levittävät tautia eteenpäin taimitarhalla vesiroiskeiden välityksellä terveiden taimien kasvussa oleviin verson osiin. Sieni voi tarttua joko samankokoisiin tai toista kesäänsä kasvaviin taimiin (kuva 3.60). *S. conigenus* ei ole voimakas patogeeni, joten tartunnan saavat yleensä vain heikentyneet (hallavioitus tms.) taimet. Vaurioiden lisäksi myös alhainen valon määrä altistaa taudille.



Kuvat 3.59 ja 3.60. *Sirococcus conigenus* aiheuttaa taiminäiveenä tunnetun taudin pienissä kuusentaimissa (kuva 3.59). Taimet kuivettuvat pystyyn ja kuolevat nopeasti. Taimen varteen ja neulasiin muodostuu parissa viikossa pyknidioita, joista lähtevät itiöt voivat tartuttaa uusia taimia. Suuremmissa taimissa *S. conigenus* aiheuttaa taimikoroksi nimitetyn vaurion (kuva 3.60). Sieni tarttuu puutumattomiin kasvaimiin kuivattaen ne. Taimi jatkaa usein kasvuaan sivusilmusta, mutta laatuviika on huomattava. Oire on toisinaan vaikea erottaa tuomiruosteen aiheuttamasta vauriosta. Tuomiruosteen vaivaamat kasvaimet ovat tyypillisesti useamman kerran mutkaisia (selvä S-kirjaimen muoto), kun taas taimikoro aiheuttaa yhden voimakkaan mutkan. (kuvat KH).



Kuva 3.61. Taimikasvustossa näkyy useita *S. conigenus* -sienen infektoimia taimia. Kuva ruotsalaiselta taimitarhalta kesältä 2014. (kuva KH).

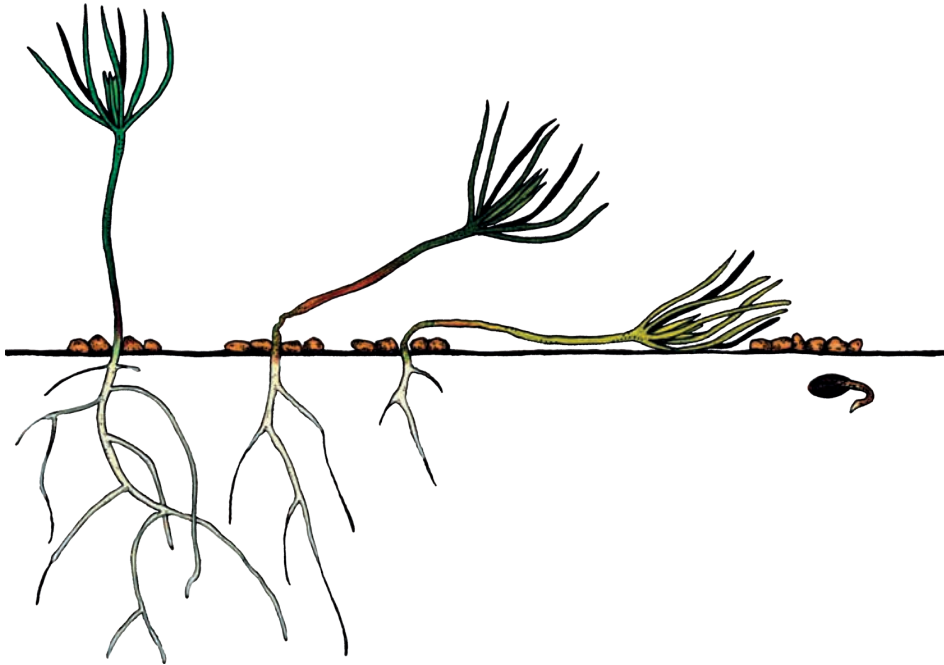
Paras torjuntakeino on välttää ylivuotisten käpyjen keräämistä. Kuivalla säällä ylivuotiset kävyt erottaa yleensä helposti: ne ovat tuoreita käpyjä harmaampia, niiden käpysuomut ovat auki ja niiden pinnalla näkyy edellä kuvattuja sienikasvustoja. Kostealla säällä tuoreen kävyn erottaa vanhasta vääntämällä sitä: tuoretta käpyä ei saa poikki käsin, kun taas ylivuotinen käpy katkeaa yleensä helposti, jolloin näkee myös siementen varisseen.



Kuva 3.62. Kävyistä poistetaan neulasen ja muut roskat heti keräyksen jälkeen maastossa traktorikäyttöisellä rumpuseulalla. (kuva KH).

Muut käpyjen ja siementen mukana kulkeutuvat sienet

Käpyjen ja siementen pinnoilla esiintyy aina mikrobeja. Suurin osa näistä on harmittomia, eli ne eivät heikennä terveiden siementen itävyyttä tai aiheuta itämisen jälkeen taimiin tauteja. Tyhjät ja rikkoutuneet siemenet voivat kuitenkin toimia näiden tavallistenkin sienten kasvualustoina, jolloin esim. *Penicillium*-suvun sienet kasvavat siemenerässä haitallisissa määrin. Samoin siementen varastointi liian kosteina (siementen vesipitoisuus >8 %, varaston ilman suhteellinen kosteus >40 %) tai liian lämpimässä (>+5 °C) edistää tarpeettomasti sienten kasvua. Lisäksi on olemassa käpyjen ja siementen mukana kulkeutuvia todellisia taudinaiheuttajasieniä, jotka vahingoittavat siemeniä tai aiheuttavat taimiin oireita itämisen jälkeen.



Kuva 3.63. Taimipoltteen sairastuttaman taimen juurenniska alkaa kuolla ja taimi kaatuu ja kuihtuu lopuksi. Taimen tyvelle voi ilmestyä infektion alussa mutka tai taimi voi kaatua "suorilta jaloilta" riippuen taudinaiheuttajasienestä. Vertailuna terve kuusen sirkkataimi (vasemmalla). Maanalaisessa taimipoltteessa (oikealla) itäneen siemenen juuri ja varsi mätänevät ennen kuin taimi ehtii kasvaa kasvualustan sisältä ulos.

Taimipoltetta aiheuttavat sienet

Muun muassa *Fusarium*-, *Alternaria*- ja *Phoma*-sukujen* (ks. s. 91) sienet aiheuttavat sirkkataimissa taimipolte-nimistä tautia. Sienet voivat olla peräisin siemenistä tai esiintyä kasvualustassa tai kasvatuskennostoissa jos taimitarhan hygieniasta ei ole huolehdittu. Taimipoltteessa sirkkataimien verson tyven solukko alkaa kuolla, minkä seurauksena taimi vääntyy ja lopulta kaatuu (kuva 3.63). Oireiden laatu vaihtelee riippuen sienilajista. Taimi voi sinnitellä sairastumisen jälkeen 1–2 viikkoa elossa, muttei enää kasva. Itäneet siemenet voivat kuolla näiden sienien vuoksi myös ennen kuin sirkkavarsi ehtii työntyä kasvualustan pinnalle. Tällöin puhutaan maanalaisesta taimipoltteesta. Taudin kehittymiseen vaikuttavat sienien taudinaiheuttamiskyvyn ja sienien itiöiden tai rihman palasten runsauden lisäksi taimien idätys- ja kasvatolosuhteet. Liian kostea kasvualusta, korkea ilman suhteellinen kosteus, kasvualustan korkea pH ja liian vähäinen valon määrä edistävät taimipoltetta.



Kuva 3.64. Käpyjen varastoiminen suoraan maassa ja säiden armoilla lisää riskiä, että käpyjen ja siementen mukana kulkeutuu haitallisia sieniä. (kuva KH).

Kuinka vähentää siementen mukana kulkeutuvien sienten määrää?

Osa käpyjen ja siementen sienistä tarttuu käpyihin puussa ilmaitse. Käpyjen varastotilat ja käsittelylinjastot voivat myös toimia tartuntalähteinä. Suurin osa varsinaisista patogeenisienistä tarttuu kuitenkin maasta tai kuolleen orgaanisen materiaalin mukana: tyypillisiä tartuntatilanteita ovat käpyjen kerääminen maasta, käpysäkkien säilytys maassa sadeveden maaroiskeille alttiina tai kuolleiden oksien tai pintakasvillisuuden kerääminen käpyjen mukaan. Märkien käpyjen varastointi lämpimässä pahentaa tilannetta edelleen, sillä sienet kasvavat ja lisääntyvät nopeasti näissä olosuhteissa. Siementen mukana kulkevien haitallisten sienten määrää voidaan vähentää asianmukaisella käpyjen keruulla ja välivarastoinnilla. Myös keruuajankohdalla on merkitystä sienten torjunnassa, sillä kypsymättömät siemenet ja kävyt ovat tuleentuneita alttiimpia sienitartunnoille, ja toisaalta niiden korkea vesipitoisuus mahdollistaa sienten kasvun varastoinnin aikana.

Siemenerä	Prosenttia siemenistä												
	<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Trichothecium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Caloscypha</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Thyranophora</i>	<i>Sirococcus</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Apiospora</i>	Tunnistamaton laji
1	99	4	1	1	0	1	0	1	2	1	1	0	0
2	85	17	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0
3	70	19	0	0	1	0	6	0	0	0	0	1	10

Taulukko 3.1. Kolmessa suomalaisessa kaupallisessa kuusen siemenerässä havaittujen sienisukujen esiintyvyys. Luvut kertovat osuuden siemenistä, jossa kutakin sienisukua havaittiin laboratoriotutkimuksessa. Sinisellä väritetyt sienisuvut ovat ns. varastosieniä, jotka voivat kasvaa vain vaurioituneissa tai kuolleissa siemenissä. Vihreällä merkityssä suvussa on ns. antagonisti-sieniä, jotka estävät patogeenisten sienten kasvua. Punaisella merkittyihin sukuihin kuuluu taudinaiheuttajasieniä. (Himanen et al. 2013 mukaan).

* (sivulta 89) Taimipoltetta aiheuttavat sienet esiintyvät yleensä tartunnan aiheuttaessaan siemenissä ja maassa suvuttoman elinkierron vaiheessa. Sienet pyritään tieteellisessä kirjallisuudessa nimeämään suvullisen vaiheen mukaan, joten kirjallisuudessa esimerkiksi *Fusarium*-sienet voivat esiintyä nimellä *Gibberella*, ja *Phoma*-mikrobien suvulliset vaiheet luetaan kuuluvan useaan eri sukuun.



4

KASVINSUOJELU SIEMENVILJELYKSILLÄ

Tiina Ylioja

Kestävä kasvinsuojelu ja integroitu torjunta

Kasvinsuojeluaineet suojaavat kasveja taudeilta, tuholaisilta ja rikkakasveilta. Niiden käyttöön liittyy kuitenkin riskejä ja vaaroja ihmisille, eläimille ja ympäristölle. Tämän vuoksi viranomaiset ennakkotarkastavat kasvinsuojeluaineet, ennen kuin niitä hyväksytään markkinoille, ja niiden käyttö on valvottua.

Kasvinsuojeluaineiden käyttö tuhonaiheuttajia vastaan on vain osa kasvinsuojelua. Kestävällä kasvinsuojelulla tavoitellaan terveys- ja ympäristöriskien vähentämistä siten, ettei kasvinsuojelun tulos samanaikaisesti heikkenisi. Jotta kestävän kasvinsuojelun periaatteet ja toimet tulevat alalla tunnetuksi ja käytäntöön viedyksi, kaikkien kasvinsuojeluaineiden ammattikäyttäjien on suoritettava kasvinsuojeluainetutkinto. Tutkintovaatimus koskee myös siemenviljelyksillä kasvinsuojelutoimenpiteiden parissa työskenteleviä ja torjuntatoimenpiteistä päättäviä henkilöitä. Tutkinto on voimassa viisi vuotta. Ammattikäyttöön hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita ei myydä tutkintoa suorittamattomille.

Nykyinen kasvinsuojelulainelaki (2011/1563) ja siihen liittyvä asetus (7/2012) velvoittavat ammattikäyttäjää noudattamaan integroidun torjunnan yleisiä periaatteita. Kasvinsuojeluaineiden rutiinikäytön sijaan

etusijalle on asettava viljelytekniset, biologiset, mekaaniset yms. toimenpiteet satotappioiden pienentämiseksi. Tuhojen torjuntapäätöksen tulisi perustua tuholaisten seurantaan ja torjunnan kynnyksarvoihin, mikäli ne on määritetty torjuttavalle tuhonaiheuttajalle.

Kasvinsuojelun tilanne siemenviljelyksillä

Toistaiseksi Suomessa ei ole käpyjen hyönteis- ja sienituhoihin hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita. Kuusenkäpykääriäisen, käpykoisan, kuusensiemennittarin, kuusenkäpykärpäsen ja tuomiruosteen aiheuttamat satotappiot ovat kuitenkin suuret. Esimerkiksi käpykoisa on vähentänyt täysien siementen saantoa 60 %. Havupuiden siemenviljelysten perustamiseen ja hoitoon on käytetty ja käytetään runsaasti yhteiskunnan ja yritysten resursseja, joten tuhojen torjunta siemenviljelyksillä on taloudellisesti perusteltua.

Nykyisin kemiallinen ja mekaaninen kasvinsuojelu rajoittuu nuorilla siemenviljelyksille lähinnä neulasia syövien pistiäistoukkien torjuntaan. Kasvinsuojeluaineiden tehoa käpyhyönteisiä ja -ruosteita vastaan ei tunneta, sillä torjuntamenetelmien kehitystyö on ollut vähäistä. Valitettavasti kyseessä on pieni käyttökohde: valmisteen menekki olisi alhainen ja käyttö ei olisi jokavuotista, joten se ei houkuttele kasvinsuojeluainevalmistajia hakemaan valmisteilleen kallista hyväksyntää tällaiseen erikoiskäyttöön.

Siementuottajien on huolehdittava omista kasvinsuojelutarpeistaan ja haettava lupia koetoimintaan sekä rajatun käyttöalueen eli nk. minor use -hyväksyntää Suomessa jo muihin käyttötarkoituksiin hyväksytyille kasvinsuojeluaineille (ks. s. 105). Nyt uudet, 2000-luvulla perustetut kuusen siemenviljelmät mataline vartteineen antavat hyvän mahdollisuuden torjuntamenetelmien testaamiselle ennen viljelysten varsinaista tuotantoaikaa.

Integroitua kasvinsuojelua siemenviljelmille

Kuusen siemenviljelyksillä on tyypillistä käpytuhohyönteisten moninaisuus ja runsaus. Tämän vuoksi hyönteis- ja sienituhojen torjuntatarve on huomattavasti suurempi kuusen kuin männyn siemenviljelyksillä. Kuusella kaikkien lajien yhtäaikainen torjunta on mahdotonta, joten on keskityttävä yleisimpien tuhonaiheuttajien torjuntaan. Näitä ovat edellä mainitut kuusenkäpykääriäinen, käpykoisa, kuusensiemenmittari, toisinaan käpykärpänen ja sienitaudeista tuomiruoste. Muut tuhonaiheuttajat voivat yhtä lailla runsastua ja aiheuttaa merkittävää tappiota siemensadolle, mutta sitä on vaikea ennakoida. Myös käypikikärsäkkään torjuntaan on valmistauduttava uusilla männyn siemenviljelyksillä.

Siemenviljelysten sijainti ja hoitotoimenpiteet

Integroidussa kasvinsuojelussa pyritään yhdistelemään viljelyksellisiä, biologisia, mekaanisia ja fyysisiä menetelmiä sen sijaan, että ensisijaisesti turvaututtaisiin kemiallisiin kasvinsuojeluaineisiin. Kasvinsuojeluaineet ovat yksi keino muiden joukossa.

Havupuiden siemenviljelyksillä viljelykselliseksi torjunnaksi voidaan käsittää jo siemenviljelyksen paikan valinta siten, että tuhoriski olisi pieni. Kuusen ja männyn siemenviljelyksien eristäminen tuholaisten käyttämistä isäntäpuulajeista on hankalaa, kun kyse on yleisistä pääpuulajeista. Käpy- ja siemenhyönteiset leviävät lähikuusikoista helposti viljelmille. Tuomiruosteiden väli-isäntäkasvien hävittämistä siemenviljelysten ympäristöstä tehdään, jos se on mahdollista. Usein maankäyttö- ja omistussuhteet estävät tämän. Hyvistä yrityksistä huolimatta käpyruosteiden itiöt löytävät tiensä viljelmille, koska ne voivat lentää pitkiä matkoja.

Siemenviljelyksiä kannattaa hoitaa säännöllisesti samaan tapaan kuin omenapuut pidetään matalina, jotta sekä keräys että torjuntaruiskutukset onnistuvat. Vartteiden leikkaaminen on nykyisin osa hoitotoimenpiteitä. Mitä korkeampia vartteet ovat, sen ongelmallisemmaksi mahdollinen ruis-
kutustyö käy ja kasvinsuojeluaineen kaukokulkeuman riski kasvaa. Siemenviljelysten oikea-aikainen harvennus ja sinne kuulumattomien puiden ja

pensaiden poisto helpottaa kukkivien tai kävyllisten latvusten ruiskutusta. Kun maanpinnan tasaisuudesta huolehditaan, traktoriin liitetyn sumuruiskun ruiskutusneste suuntautuu haluttuun kohtaan latvuksissa.

Käpyjen keruu torjuntamenetelmänä

Kaupallinen käpykeruu edesauttaa kasvinsuojelua. Hyönteislajit, jotka jäävät käpyihin talvehtimaan, vähenevät siemenviljelmiltä, kun kävyt kuljetaan karistamolle (taulukko 4.1). Vuosina, jolloin käpysato on alhainen, siemenistä saatava tuotto ei kata keruukustannuksia. Tällöin käpyjä ei yleensä kerätä. Nämä ns. välisadot edesauttavat tuhonaiheuttajien pysyvyyttä siemenviljelmillä.

Kokemusperäinen tieto osoittaa käpyjen keruun välivuosina suojaavan viljelystä tuhoilta. Nuorilta ja riittävän matalilta viljelmiltä voi välivuosina kerätä kävyt ja hävittää ne ja niissä olevat tuhonaiheuttajat. Periaatteessa tämän voi tehdä jo kesällä eräänlaisena puhdistuskeräyksenä ennen kuin kävyt kypsyvät ja toukat poistuvat niistä. Tällöin monen tuhonaiheuttajan lisääntyminen, ja myös tuomiruosteen itiöinti epäonnistuu.

Kaupallisessa keruussa pelkästään käpykärpäsen vioittamat kävyt voi jättää puihin, sillä niissä ei ole enää lajin toukkia syksyllä. Käytännössä näiden erottelu voi olla hankalaa, sillä käpykerääjät eivät ehdi lajittelemaan kaikkea keräyksen yhteydessä. Tuomiruosteiset kävyt on helppo tunnistaa ja ne kannattaa pudottaa maahan, koska se vähentää itiöintiä ja taudin leviämistä ylivuotisista kävyistä tulevina vuosina.

Käpy- ja siemenhyönteisillä on omia luontaisia vihollisia, joita ovat tyypillisesti muniin ja toukkiin munivat loiset. Loisten määrä suhteessa tuhohyönteisiin vaihtelee vuosittain ja lisääntyy vähintään vuoden viiveellä isäntälajien runsastuessa. Myös loisilla on pidentyneitä diapausseja. Kun isäntälaji (tuhohyönteinen) talvehtii kävyssä, myös loinen talvehtii siellä. Käpykeruussa poistuu viljelmältä siis myös hyödyllisiä loisia käpyjen mukana (taulukko 4.1).

Taulukko 4.1. Keinoja tuhonaiheuttajien torjuntaan ja tuhojen käsittelyyn siementuotannossa.

Laji	Torjuntatarve	Torjunta-ajankohta (sidottu kukintaan)	Kasvinsuojeluainevalmiste	Käpyjen keruu	Karistus ja siementen lajittelu
Kuusenkäpykääriäinen	kyllä	Kukinnot, feromonipyydydys	Muniin tehoava insektisidi	Toukkia ja loisia poistuu	Välttä varastointia. Painolajittelu poistaa syödyt siemenet.
		Sulkeutuvat kukinnot	Systeeminen insektisidi		
		Nuoret kasvavat kävyt	Systeeminen insektisidi		
Käpykoisa	kyllä	Ennen kukintojen sulkeutumista	<i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> x <i>kurstaki</i> kanta GC-91	Jos aikainen keruu, tuhotut kävyt pois viljelmiltä	Välttä varastointia. Taysin tuhoutuneita käpyjä ei karistukseen.
		Lentoajan määritys feromonipyydysten avulla, nuoret kävyt	Systeeminen ja/tai kosketus- ja syömävaikutteinen insektisidi		
Kuusenkäpymittari	ei	Ennen kukintojen sulkeutumista	<i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> x <i>kurstaki</i> kanta GC-91	Kts. Käpykoisa*	Ei karistukseen
Kuusensiemennmittari	kyllä	Ennen kukintojen sulkeutumista	<i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> x <i>kurstaki</i> kanta GC-91	Kts. Käpykoisa*	Ei karistukseen
Kuusenkäpykärpänen	joskus	Kukinnot	Systeeminen insektisidi	Ei kerätä, jätä latvukseen. Loisitut kotelot maassa.	Ei karistukseen (pihkaisuus)
Kuusenkäpysääski	ei	Avoimet kukinnot	Systeeminen insektisidi	Toukkia ja loisia poistuu	
Kuusensiemensääski	ei	Avoimet kukinnot	Systeeminen insektisidi	Toukkia ja loisia poistuu	Painolajittelu
Kuusensiemenkiihukainen	joskus	Kävyt kääntyneet alaspäin	Systeeminen insektisidi	Toukkia ja loisia poistuu	Röntgenkuvaus
Käpypikikörsäkäs	joskus	Etelä-Suomi: syksy ja kevät, Keski- ja Pohjois-Suomi: kevät (kesä-syksy)	Kosketusvaikutteinen insektisidi rungoille	Etelä-Suomi: reällisiä ei kerätä tai ne erotellaan	Reällisiä käpyjä ei varastoida, ei karistukseen
Tuomiruoste	kyllä	Kukinnot	Ruosteeseen toimiva fungisidi	Pudota sairaat kävyt alas	Ei karistukseen
Talvikkiruoste	ei	Kukinnot	Ruosteeseen toimiva fungisidi	Ei kerätä	Ei karistukseen

*toukat jo poistuneet kävyistä, mutta näitä ei ole helppo erottaa käpykoisan vioittamista kävyistä



KUUSENKÄPYKÄRPÄNEN

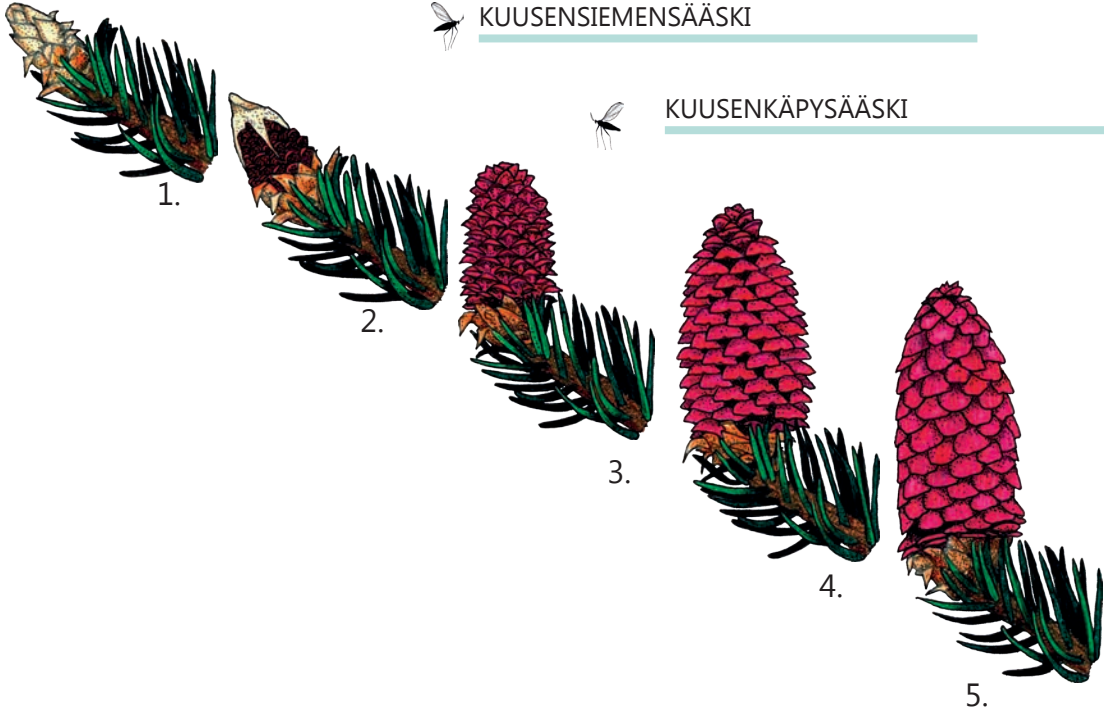
KUUSENKÄPYKÄÄRIÄINEN



KUUSENSIEMENSÄÄSKI



KUUSENKÄPYSÄÄSKI



Kuva 4.1. Kuusen kukinta ja kävyn kehitys suhteessa eri tuhohyönteisten munintavaiheen kestoan.

1. Emikukkasilmun peittää silmusuojus
2. Silmu alkaa kasvaa
3. Emikukinto on avautunut ja valmis ottamaan vastaan siitepölyä
4. Emikukinto ottaa vielä siitepölyä vastaan, mutta emisuomut alkavat kääntyä alaspäin
5. Emikukinnon suomut ovat sulkeutuneet siten, että tulevan kävyn suomujen alapinnat ovat ulospäin
6. Suomut kääntyvät ylöspäin kukinnon tyvestä alkaen
7. Kukinto on sulkeutunut ja muodostunut pieneksi kävyksi
8. Nuori käpy on kääntynyt verson päässä alaspäin ja kasvanut pituutta
9. Käpy on saavuttanut täyden mittansa, mutta on vielä pehmeä ja vesipitoinen.



KUUSENKÄPYMITTARI



KUUSENSIEMENMITTARI



KUUSENSIEMENKIILUKAINEN



KÄPYKOISA



6.



7.



8.



9.

Torjunta kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla

Käpy- ja siementuholaisten torjunnassa on otettava huomioon, että kävyissä ja siemenissä elävät hyönteiset ovat muna- ja toukkavaiheessa suojassa kävyn rakenteiden sisällä. Nuoret toukkavaiheet ovat torjuntatoimenpiteille herkempiä kuin suurikokoiset viimeiset toukkavaiheet. Tämän vuoksi torjunnan ajoitus on tarkka: torjunnan on tapahduttava oikeassa kukinnan tai kävyn kehityksen vaiheessa toukkien ollessa pieniä, kuusenkäpykääriäiselle ehkä jo munavaiheessa.

Kävyissä ja siemenissä elävät lajit vaativat todennäköisesti systeemisen kasvinsuojeluaineen. Systeeminen valmiste tunkeutuu kasvisolukon sisään eli myös kävyn pintaa syvemmälle. Lajeista käpykoisa liikkuu kävyn ulkopinnalla, joten sen torjunta voi onnistua myös nuoren kävyn pintaan jäävällä valmisteella.

Erityisesti kuusenkäpykääriäisen kemiallinen torjunta on osoittanut vaikeaksi, sillä munista kuoriutuvat pienet toukat suuntaavat heti käpysuomujen tyvelle siemeniä syömään ja ovat siellä suojassa kasvinsuojeluaineilta. Lajiin on tehonnut 1970-luvulla tehdyissä kokeissa organofosfaatteihin kuuluva tehoaine dimetooatti, joka on systeeminen. Sitä käytetään edelleen mm. omenaviljelyksillä kasvinesteitä imevien lajien torjuntaan. Organofosfaatit ovat haitallisia monin tavoin. Dimetooatti on tehoaineena hyväksytty EU:ssa 31.7.2018 asti. Dimetooattia ja sitä sisältäviä aineita voisi käyttää verrokkiaineena tutkimus- ja kehitystyössä kasvinsuojeluaineiden tehokkuuden testauksessa.

Kuusenkäpykääriäiseen ei tehonnut laajakirjoinen syönti- ja kosketusvaihteinen alfa-sypermetriiniä tehoaineena sisältänyt pyretroideihin kuuluva valmiste Fastac 50 EC. Ruotsalaisessa kokeessa se ruiskutettiin ennen kukintojen sulkeutumista ja se torjui sekä käpykoisaa että kuusenkäpykärpystä. Valmiste on erittäin haitallinen vesieliöille ja luokiteltu vaaralliseksi. Se tappaa myös hyötyeliöt sekä pölyttäjähönteiset. Torjuntatoimenpiteitä suunniteltaessa on pyrittävä käyttämään kasvinsuojeluaineita, jotka eivät vahingoita luontaisia vihollisia.

Kasvinsuojeluaineiden käyttöön sisältyy myös riski kukintojen, käpyjen ja versojen vioituksille. Vioituksen riski on suurempi kukinnoilla kuin jo sulkeutuneilla kävyillä. Kasvinsuojeluaineet voivat lisätä tyhjien siementen osuutta tai alentaa siitepölyn tai siementen itävyyttä. Ennen laaja-alaista ruiskutusta on testattava valmisteen mahdollinen vioitusriski. Sen voi tehdä etukäteen varsinaisten käpyvuosien välivuosina.

Tulevaisuuden torjuntapäätöksien tueksi kasvinsuojeluainekokeiluista on laadittava muistiinpanot. Niiden tulisi kattaa mm. toimenpiteet, niiden ajoitus suhteessa kukinnan vaiheeseen tai käpyjen kokoon, tieto vällinneista sääolosuhteista, lämpösumma, arvio käpysadon suuruudesta, tiedot käytetyistä kasvinsuojeluaineesta, valmisteen pitoisuudesta seoksessa, ruiskutusmäärästä hehtaaria kohden, ruiskutuslaitteesta, käytetyistä suuttimista ja ajonopeudesta. Käpysadon keruun yhteydessä tulisi laatia arvio torjunnan onnistumisesta.

Käpykoisan ja kuusensiemenmittarin torjunta biologisella kasvinsuojeluaineella

Biologinen kasvinsuojeluaine, kauppanimeltään Turex 50 WP, maassa elävän bakteerin *Bacillus thuringiensis* alalaji *aizawai* x *kurstaki* (kanta GC-91), torjuu käpykoisaa ja kuusensiemenmittaria, mutta kuusenkäpykääriäisen toukkia valmiste ei ole kävyistä vähentänyt. Käpykoisa ja kuusensiemenmittari munivat nuoriin pehmeisiin käpyihin. Ruiskutus tällä kasvinsuojeluaineella tehdään jo kukinnan aikaan, hyvissä ajoissa ennen munintaa. Paras vaihe ruiskutukselle on pölytyksen päätyttyä, jolloin emikukinnan suomut ovat kääntyneet alaspäin ja alkavat sulkeutua (kuva 4.1 vaiheet 5 ja 6). Vaiheessa 5 kasvinsuojeluaine tarttuu käpysuomujen alapintaan, joten kukinnan sulkeutuessa kasvinsuojeluaine jää kävyn sisälle. Tästä on kolme etua: 1) aine ei huuhtoudu sateen mukana pois, 2) se on suojassa auringon UV-säteilyltä, joka heikentää valmisteen tehoa, 3) aine on kävyn sisällä, kun nuoret kuusensiemenmittarin ja käpykoisan toukat syövät sitä käpysuomuja nakertaessaan.

Valmisteella ei ole vaikutusta hyötyeliöihin eikä vaarallisia ympäristövaikutuksia. Se ei myöskään heikennä kuusen siemensatoa. Valmisteen käyttö vaatii koetoimintaluvan Suomessa. Ruotsissa se on hyväksytty sekä kuusen että männyn siemenviljelyksille perhostoukkien torjuntaan. Valmisteen käyttö on ajoitettava tarkasti: vesiseos on ruiskutettava oikeassa kukinnan vaiheessa. Torjuntaan on valmistauduttava etukäteen lämpösumman saavuttaessa 100 astevuorokautta (+5 °C kynnysarvolla laskettuna), joten kukintaa ja lämpösumman kehitystä on tarkkailtava päivittäin. Oikea ruiskutushetki voi lämpimällä säällä mennä ohii viikonlopun aikana. Pölytysvaihe, jolloin kukinnot ovat avoimia (4.1 vaiheet 3 ja 4), ajoittuu noin 140 astevuorokautteen lämpösummakertymällä mitattuna.

Runkoon injektoitavat kasvinsuojeluaineet

Ruiskutettavien kasvinsuojeluaineiden lisäksi on kehitetty systeemisiä kasvinsuojeluaineita, joita injektoidaan puiden runkoihin. Kehitystyön tärkeimmässä ovat olleet arvokkaat puistopuut. Menetelmä soveltuu myös siemenviljelyksille ja mm. tehoaine abamektiini on osoittautunut toimivaksi kuusella Ruotsissa käpykoisaa ja kuusensiemenmittaria vastaan sekä Pohjois-Amerikassa loblollymännällä (*Pinus taeda*) käpykoisalajeja vastaan.

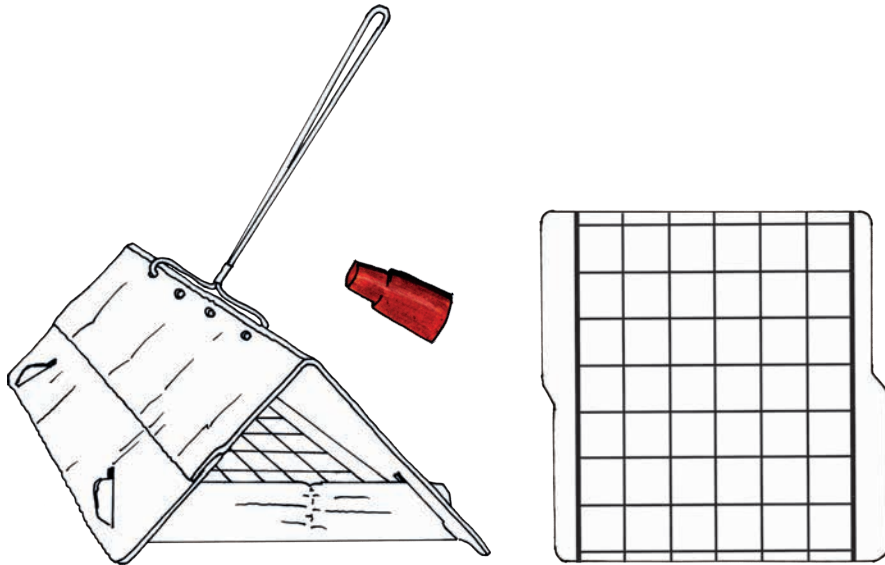
Menetelmä soveltuisi erityisesti tilanteeseen, missä kuusen kukintaa lisätään injektoimalla runkoon gibberelliinihormonia. Abamektiinin on havaittu vaikuttavan puissa kahden kasvukauden ajan eli se voidaan injektoida samaan aikaan kuin gibberelliini. Abamektiinillä injektoiduissa puissa käpykoisan ja käpymittarien tuhot vähenivät hieman yli puoleen verrattuna käsittelemättömiin puihin, mutta kuitenkin edelleen joka viides käpy oli käpykoisan ja kuusensiemenmittarien vioittama. Suomessa ja Ruotsissa ei ole hyväksyttyä yhtään abamektiinivalmistetta, joka on suunniteltu puiden injektointiin. Menetelmä on tutkimus- ja kehitysvaiheessa.

Kannanseuranta kestävän kasvinsuojelun osana

Integroidun torjunnan peräänkuuluttama tuholaisten tarkkailu torjuntapäätöksenteossa vaatii menetelmien kehittämistä. Kannanseurantamenetelmän tavoitteena on määrittää torjunnan tarve, oikea ajoitus ja soveltuva torjuntamenetelmä. Menetelmät voivat olla hyvin erilaisia, mutta harva niistä soveltuu käytäntöön. Esimerkiksi munien laskenta kuusen emikukista mikroskopoiden sopii vain tutkimustarkoituksiin. Joillekin lajeille soveltuvat eriväriset liima-ansat houkuttelevat lukuisia muitakin lajeja, joten torjuttavan lajin yksilöitä on vaikea erottaa muista.

Lajeille, jotka käyttävät sukupuoliferomoneja parittelukumppanin etsimisessä, soveltuvat feromonipyydyksiin saatavien yksilöiden määrät torjuntakynnyksen määrittämiseen. Lundin yliopiston feromonitutkimusryhmä on selvittänyt synteettiset, koiraita houkuttavat naaraan feromoniyhdisteet kolmelle perhoslajille: käpykoisalle, kuusenkäpykääriäiselle ja kuusensiemenmittarille (Liite 1). Synteettinen feromonivalmiste imeytetään kumiin annostelijaan, joka vapauttaa synteettistä koiraiden houkutusainetta hitaasti (kuva 4.2).

Feromonipyydysten käyttö on vielä tutkimus- ja kehitysvaiheessa. Kuusenkäpykääriäiselle, käpykoisalle tai kuusensiemenmittarille torjuntakynnykset ovat määrittämättä, sillä havaittujen tuhojen ja feromonipyydysten saaliiden riippuvuuden mallintamiseksi kerätään edelleen aineistoa.



Kuva 4.2. Kuusen siemenviljelmillä käytetään feromonipyydyksinä nk. delta-ansoja. Kuminen feromoniannostelija kiinnitetään neulalla ansan sisäpuolelle kattoon. Ansan pohjalle asetetaan ruudullinen liimapaperi, johon feromonin houkuttelemat koiraat tarttuvat. Koiraat lasketaan ja tarkastetaan ylittääkö lukumäärä torjunnalle asetetun kynnsarvon.

Lisäksi testataan eri lajien pyydyksille optimaalista korkeutta suhteessa siemenviljelysten vartteiden pituuteen. Avoimiin kukintoihin munivan kuusenkäpykääriäisen runsastuneet saaliit feromonipyydyksissä kertovat torjunnan ajoituksen, mikäli halutaan saada kasvinsuojeluaine kukinnon sisään. Ongelmana on vielä tehokkaan kasvinsuojeluaineen löytäminen käpykääriäisen munia ja pieniä toukkia vastaan.

Käpykoisan ja kuusensiemenmittarin feromonipyydyksistä löydetään perhosia vasta käpyjen ollessa jo melko kookkaita (kuva 4.1 vaiheet 8 ja 9). Lajien torjunta biologisella valmisteella tehdään jo kukintavaiheessa kukkasilmujen alkaessa sulkeutua (kuva 4.1 vaiheet 5 ja 6) ilman feromonipyydyksistä saatavaa tietoa lajin runsaudesta. Jos lajeja torjutaan kemiallisesti myöhemmässä käpyjen kehitysvaiheessa aikuisten parveilla, feromonipyydyksien saaliit kertovat oikean torjunta-ajankohdan ja torjuntatarpeen.

Kannanseurantamenetelmän lisäksi tavoitteena on korvata feromonien käytöllä tarve kemialliselle kasvinsuojelulle. Tuolloin feromonit tulisivat kasvinsuojeluinelainsäädännön piiriin ja vaatisivat hyväksynnän kasvinsuojeluaineina.

Kasvinsuojeluaineiden hyväksymiskäytäntö

Tehoaineet hyväksytään EU:ssa ja valmisteet kansallisesti

Kasvinsuojeluaineiden tehoaineet ja niiden apu-, suoja- ja liitännäisaineet hyväksytään EU:ssa. Hyväksytyt tehoaineet on listattu EU komission ylläpitämässä sallittujen tehoaineiden tietokannassa. Kasvinsuojeluaineiden varsinaista hyväksyntää EU-alueella hakee alan yritys, joka valmistaa ja markkinoi ainetta.

Kasvinsuojeluaineiden hyväksyntää varten EU on jaettu kolmeen maantieteelliseen vyöhykkeeseen. Suomi kuuluu pohjoiseen vyöhykkeeseen Ruotsin, Tanskan, Viron, Latvian ja Liettuan kanssa. Hakemus toimitetaan maahan, minne hyväksyntää haetaan. Hakemukseen listataan maat ja vyöhykkeet, minne hyväksyntä lisäksi haetaan. Hakemuksen saaneen maan viranomainen hoitaa hyväksyntää hakemuksessa listattujen maiden kanssa yhdessä.

Suomessa kasvinsuojeluaineet hyväksyy Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes. Tukesin tehtävänä on valvoa ja edistää kasvinsuojeluaineiden turvallisuutta ja laatua. Tukes vastaa kasvinsuojeluinelain mukaisesta valvonnasta ja ylläpitää ajantasaista rekisteriä hyväksytyistä kasvinsuojeluaineista ja niiden käyttötarkoituksista.

Kasvinsuojeluaine hyväksytään aina tiettyyn käyttötarkoitukseen. Kasvinsuojeluinerekisteristä löytyy tieto siitä, mille kasveille, millä levitystavalla ja mitä tuhonaiheuttajia vastaan aine on hyväksytty. Näille kohteille on tehty kokeet aineen biologisesta tehokkuudesta, mahdollisista vioituksista viljeltävälle kasville sekä haittavaikutuksista.

Samalla kasvinsuojeluvyöhykkeellä, mutta eri maassa käytettävälle kasvinsuojeluaineelle voi hakea vastavuoroista hyväksyntää. Esimerkiksi ruotsalaisilla siemenviljelyksillä käytettävälle kasvinsuojeluaineelle aineen

valmistaja tai maahantuojat voi hakea hyväksynnän myös Suomeen. Periaatteessa tieteellinen taho, kuten Luonnonvarakeskus, voi myös hakea vastavuoroista hyväksyntää. Käytännössä se on hankalaa, koska tarvittavat tiedot aineiden koostumuksista ovat salaisia.

Pohjoisella vyöhykkeellä on erilaisia ilmasto-olosuhteita, esimerkiksi Suomen ja Tanskan välillä. Vastavuoroisen hyväksynnän idea on, että lisäkokeita ei vaadita vyöhykkeen sisällä tapahtuvalle hyväksynnälle. Kuitenkin vastavuoroista hyväksyntää varten voidaan vaatia lisätietoja esimerkiksi valmisteiden hajoamisnopeudesta kylmässä maaperässä.

Minor use – hyväksynnällä kasvinsuojeluaineita siemenviljelyksille

Sellaisille valmisteille, jotka ovat hyväksytyjä Suomessa ja löytyvät kasvinsuojeluinerekisteristä, voidaan hakea nk. minor use -hyväksyntää eli rajatun käyttöalueen hyväksyntää. Näin siemenviljelyksille voidaan saada hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita. Kasvinsuojeluaineen minor use -käyttötarkoitus poikkeaa myyntipäällyksessä listatusta käytöstä (kohdekasvia tai torjuttava tuhoniheuttajaa ei ole käyttöohjeessa). Viljelijä saa käyttää minor use -hyväksyttyä ainetta, mutta vastuu mahdollisista vioituksista kasveille on viljelijällä itsellään.

Minor use -hakemuksen voi tehdä alan toimija, etujärjestö tai tieteellinen taho, mutta siitä on sovittava aineen valmistajan tai maahantuojan kanssa. Hakemus tehdään Tukesin ohjeiden mukaan. Esimerkiksi siementuottajat voivat hakea esimerkiksi omenaviljelyyn hyväksytyille kasvinsuojeluaineelle minor use -hyväksyntää kuusen siemenviljelyksille käpytuholaisia vastaan. Minor use -hyväksyntä päättyy samaan aikaan, kun valmisteiden varsinaisen hyväksyntä muihin käyttötarkoituksiin. Minor use –hyväksynnälle voidaan myöntää markkinoilta poistamisen jatkoaika, mikä varsinaiselle hyväksynnällä on.

Minor use –hyväksyntää hakiessa ei yleensä ole valmista käyttöohjetta uuteen tarkoitukseen eikä valmisteiden tehokkuutta tai fytotoksisuutta ole testattu kyseisessä käyttötarkoituksessa. Tämän vuoksi ennen minor use –hyväksynnän hakemista, kasvinsuojeluväliteiden soveltuvuus kuusen siemenviljelyksille voidaan testata hakemalla Tukesilta koetoimintalupa.

Koetoimintaluvalla kasvinsuojelun kehitystyötä siemenviljelyksille

Tukesista haettavalla koetoimintaluvalla voi testata Suomessa hyväksyttyä kasvinsuojeluainetta uudelle käyttökohteelle, kuten käpyhyönteisten torjuntaan kuusen siemenviljelyksillä. Koe on suoritettava valvotusti käyttäen rajoitettuja määriä valmisteita rajoitetulla alueella. Lupaa haetaan hyvissä ajoin ennen koetoiminnan aloitusta Tukesin ohjeiden mukaisesti. Mikäli valmisteella on todennäköisesti haitallisia vaikutuksia ihmisten ja eläinten terveyteen tai ympäristöön, Tukes ei myönnä lupaa.

Tukes voi myöntää koetoimintaluvan myös sellaisen kasvinsuojeluaineen tehokkuuden selvittämiseksi, jota ei ole Suomessa hyväksytty käytettäväksi kasvinsuojeluaineena. Luvan perusteella voidaan valmistaa, varastoida tai tuoda maahan kasvinsuojeluaineeksi tarkoitettua ainetta tai valmistetta.

Jos kokeet tekevä taho on hyväksytty viralliseksi kasvinsuojeluaineiden biologista tehokkuutta ja käyttökelpoisuutta testaavaksi laitokseksi, Tukesille riittää ilmoitus tulevista kokeista. Tällaisella laitoksella on testaustoiminnan suorittamista varten pätevä henkilöstö, asianmukaiset laitteistot, tilat ja testauspaikat sekä menettelytapaohjeet, jotka täyttävät hyvälle testaus toiminnalle asetetut vaatimukset (Good Experimental Practice, GEP).

Kokeista on raportoitava Tukesille määräaikaan mennessä. Ohjeet hakuksiin ja lupiin sekä hinnasto löytyvät Tukesin nettisivuilta.

TIETOLAATIKKO KASVINSUOJELUSTA

EU:n kasvinsuojeluasetus: Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1107/2009 kasvinsuojeluaineiden markkinoille saattamisesta sekä neuvoston direktiivien 79/117/ETY ja 91/414/ETY kumoamisesta.

Artiklat 40-42: valmisteiden vastavuoroinen hyväksyminen.

Artikla 51: jäsenvaltiossa hyväksytylle kasvinsuojeluaineelle voidaan hakea laajennusta vähäisiin käyttötarkoituksiin (minor use -hyväksyntä). Tätä laajennusta voi hakea valmisteen hyväksynnänhaltija, alalla toimiva virallinen tai tieteellinen taho (kuten esim. Luonnonvarakeskus), alan ammatillinen järjestö tai ammattikäyttäjä.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY yhteisön politiikan puitteista **torjunta-aineiden kestävä käytön** aikaansaamiseksi.

Liite III Integroidun torjunnan yleiset periaatteet

Kasvinsuojeluainelaki: Laki kasvinsuojeluaineista 2011/1563.

Lakiin liittyvät tarkentavat Maa- ja metsätalousministeriön asetukset, kuten: 6/2012 kasvinsuojeluaineiden käsittelyä ja käyttöä koskevasta koulutusohjelmasta 7/2012 integroidun torjunnan yleisistä periaatteista.

8/2012 kasvinsuojeluaineineen lentolevityksestä.

9/2012 kasvinsuojeluaineita testaavien laitosten hyväksymisestä sekä koe- ja tutkimustoiminnasta

Maa- ja metsätalousministeriö antaa erillisen asetuksen myös kasvinsuojeluaineiden levitysvälineistä ja niiden testauksesta

EU:n tehoainetietokanta

http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm

Kasvinsuojeluainerekisteri

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/Hyvakasytyt-valmisteet/Kasvinsuojeluainerekisteri/>

Ajankohtaiset kasvinsuojeluaineita koskevat uutiset ja tiedot löytyvät Tukesin verkkosivuilta: www.tukes.fi

SANASTO

Abioottinen tuho = Elottomasta, kemiallisesta tai fysikaalisesta ympäristökijästä (esimerkiksi lämpötilasta) aiheutunut tuho.

Alkuperä = Paikka, jossa puut kasvavat (luontaiset ja viljelymetsiköt) tai paikka, josta siemenet on alun perin saatu (mm. siemenviljelys).

Anteesi = Hedekukinta, siitepölyhiukkasten irtoaminen hedekukinnoista.

Astevuorokausi = Lämpösumman yksikkö, degree day (d.d.).

Biologinen tehokkuus = Kasvinsuojeluaineen kyky vahingoittaa tuhonaiheuttajia ja estää niiden aiheuttamaa vahinkoa kasville.

Biologinen torjunta = Menetelmä, jossa tuholaisia torjutaan muilla lajeilla.

Bioottinen tuho = Elävän eliön aiheuttama tuho.

Diapausi = Lepovaihe eläimellä, kuten hyönteisillä, kun olosuhteet ovat lajille epäedulliset.

Ensimmäisen polven siemenviljelys = Siemenviljelys, jossa siementä tuottavat hyvien ulkoisten ominaisuuksien perusteella valittujen pluspuiden kloonit.

Evira = Elintarviketurvallisuusvirasto, joka valvoo Suomessa käytettävää metsänviljelymateriaalia.

Feromoni = Hyönteisen erittämä kemiallinen yhdiste, joka toimii saman lajin yksilöiden välisessä kommunikaatiossa. Esimerkiksi naaraan erittämä seksuaalinen feromoni (sukupuoliferomoni) houkuttelee koiraita.

Feromonipyydys = Hyönteisten pyydystämiseen tarkoitettu ansa, jonka toiminta perustuu feromonien käyttöön.

Fungisidi = Kasvinsuojeluaine sienitautien torjuntaan.

Fytotoksisuus = Kasvinsuojeluaine on haitallinen kasville ja aiheuttaa vioitusta kasvisolukolle. Esimerkiksi siementen kehityshäiriöt kävyissä kasvinsuojeluaineen vaikutuksesta.

Generalisti = Laji, joka kykenee hyödyntämään useita eri ravintokasveja tai kasvien eri osia.

Hedearpi = Männyn vuosikasvaimen tyvellä, neulasparien paikalla oleva neulaseton verson osa. Syntyy hedekukintojen kuivuessa ja varistessa kukkimisen jälkeen.

Hedelmöitys = Sukusolujen yhtyminen uudeksi kehittyväksi yksilöksi.

Helmi-itiö = Ruostesienten haploidi (= yksinkertainen kromosomisto), suvuton itiömuoto.

Insektisidi = Kasvinsuojeluaine hyönteisten torjuntaan.

IPM = Integrated Pest Management, integroitu kasvinsuojelu = Tuhojen torjunnassa yhdistellään mekaanisia, biologisia ja kemiallisia menetelmiä pyrkien ennaltaehkäisyyn.

Itsesiitos = Yhdestä ja samasta yksilöstä peräisin olevien sukusolujen yhtyminen.

Jalostettu siemen = Siemenviljelyksillä tuotettu siemen.

Jalostushyöty = Metsänjalostuksen avulla saatava puuaineen määrän ja laadun lisäys. Kasvun nopeutuminen johtaa metsätaloudessa kiertoajan lyhenemiseen.

Jättäytyminen = Hyönteinen jää pidentyneeseen lepoaiheeseen useamman kuin yhden sukupolven ajaksi.

Kantaitiö = Kantasienten (Basidiomycota) suvullinen itiömuoto, ruostesienet kuuluvat kantasieniin.

Kantatodistus = Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran myöntämä dokumentti, joka varmentaa siementen alkuperän. Pakollinen kaikilla myytävillä siemenerillä.

Karistus = Käpyjä kuivataan 1-2 vrk noin +40 asteessa, jolloin niiden suomet aukeavat ja siemenet irtoavat suomujen välistä. Siemenkiloa kohti on karistettava 100–150 kg käpyjä.

Kasvinsuojeluaine = yhtä tai useampaa tehoainetta sisältävä, kasvin tuotannossa käytettävä valmiste siinä muodossa, jossa se toimitetaan käyttäjälle ja joka on tarkoitettu a) suojelemaan kasveja tai kasvituotteita kasvintuhoojilta b) vaikuttamaan kasvien elintoimintoihin muulla tavoin kuin ravinteina, c) vaikuttamaan kasvituotteiden säilyvyyteen, jollei näihin aineisiin ja valmisteisiin sovelleta elintarvikelisiä aineita koskevia erityissäännöksiä, d) tuhoamaan haitallisia kasveja taikka e) tuhoamaan kasvin osia tai estämään kasvien haitallista kasvua (www.tukes.fi).

Kasvinsuojeluainerekisteri = Tukesin ylläpitämä rekisteri Suomessa hyväksytyistä kasvinsuojeluaineista ja niiden tehoaineista. Rekisteristä löytyvät valmisteiden myyntipäällystetekstit ja mahdolliset minor use -käyttöohjeet.

Kauppa-almiste = Käytännön kasvinsuojelussa käytettävissä oleva, rekisteröity torjunta-aine.

Kemiallinen torjunta = Tuholaisten torjunta kemiallisilla valmisteilla.

Kestävä kasvinsuojelu = Vähennetään kasvinsuojelutoimien terveys- ja ympäristöriskejä siten, ettei kasvinsuojelun tulos samanaikaisesti heikkene.

Kesäitiö = Ruostesienten suvuton itiömuoto, syntyy talvi-itiöistä.

Koetoimintalupa = Tukesin hakemuksesta myöntämä lupa kasvinsuojeluaineiden tutkimus- ja kehittämistoimintaan.

Koro = Kasvavaan puun osaan syntyvä haava. Esimerkiksi versossa koro näkyy tummuneena, pihkoittavana painaamana.

Kuromaitiö = Sienirihmastosta kasvullisesti kuroutumalla syntyvä suvuton itiömuoto. Suvuttomia itiöitä syntyy myös pyknidio-rakenteissa.

Käpykortti = Käpyerään liitettävä dokumentti, josta selviää käpyjen alkuperä ja muut yksilöintitiedot.

Käpysuomu = Emikukinnon osa, jonka pinnalla siemenaiheet ovat paljaana.

Lähtöisyysalue = Alue, joilla on riittävän yhdenmukaiset luonnonolot ja joiden metsiköt ovat ilmiasultaan tai perimältään riittävän samanlaisia.

Lämpösumma (tehoisa lämpösumma) = Tietyn kynnysarvon (tavallisesti 5 °C) ylittävien vuorokautisten tai tunneittaisten keskilämpötilojen summa.

Metsikkösiemen = Talousmetsistä hakkuiden yhteydessä kerättävä siemen.

Nekroottinen = Kuoliassa oleva, kuolleita solualueita sisältävä. Nekroosi voi johtua mm. mikrobi-infektiosta.

Nymfi = Hyönteisillä esiintyvä, kuoriutumisen jälkeinen nuoruusvaihe, joka muistuttaa aikuista hyönteistä.

Patogeeni = Tautia aiheuttava mikrobi.

Pidentynyt diapaussi = Hyönteiset ovat lepotilassa kauemmin kuin yhden lepokauden.

Pikkukäpy = Männyn emikukinto pölytyksen jälkeen hedelmätyykseen saakka.

Pluspuu = Ilmiasultaan hyvälaatuinen, metsänjalostusta varten valittu puuyksilö.

Puolentoista polven siemenviljelys = Siemenviljelys, jossa siementä tuottavat jälkeläistestauksessa parhaiten menestyneiden pluspuiden kloonit.

Pyknidio = Kuromaitiöitä tuottava itiöpullo suvuttomasti lisääntyvillä sienillä (kuten *Sirococcus conigenus*). Toisilla sienillä (ruosteet) pyknidioiksi kutsutaan paritumiseen liittyviä pikkukuromapesäkkeitä.

Pystykeräys = Kävyt kerätään pystyssä olevista puista tai varteista joko tikkailta tai käyttämällä henkilönostimia.

Saanto = Hyvien tai myyntikelpoisten siementen tai taimien osuus kaikista siemenistä tai taimista.

Seurannaistuholainen = Tuholainen, joka pystyy tyypillisesti iskeytymään vasta toisen tuholaisen tai taudinaiheuttajan jälkeen. Ns. sekundaarituholainen.

Siemenaihe = Siemenkasvien rakenne, josta hedelmöityksen tapahduttua alkaa uuden kasviyksilön kehitys.

Siemensatoennuste = Luonnonvarakeskuksen laatima ennuste tulevasta siemensadosta perustuen silmunäytteisiin (www.luke.fi/tiedotteet).

Siemenviljelys = Talousmetsien hyvälaatuisia puuyksilöitä eli ns. pluspuita on monistettu varttamalla ja vartteet on istutettu yhtenäiselle alueelle jossa ne risteytyvät keskenään ja tuottavat siementä.

Spermagonio = Ruostesienten pullomainen itiöpesäke, jossa sukusolut kehittyvät.

Spesialisti = Laji, joka on erikoistunut käyttämään ravintonaan vain yhtä määrättyä ravintokasvia tai kasvin osaa.

Sukupolviaika = Aika, mikä hyönteiseltä kuluu kasvaa munasta sukukypsäksi lisääntymiskelpoiseksi aikuiseksi.

Suvullinen uudistuminen = Uuden kasviyksilön kehittyminen itävästä siemenestä.

Synteettinen feromoni = Keinotekoisesti tuotettu kemiallinen yhdiste, joka on hyönteisten luontaisten feromonien kaltainen.

Systeeminen infektio = Koko eliöön vaikuttava tai siinä esiintyvä infektio

Talvi-itiö = Ruostesienten (talvea kestävä) lepoitiovaihe, joka edeltää suvullista lisääntymisvaihetta.

Taustapölytys = Siemenviljelyksen ulkopuolelta, muista kuin viljelyksen omista emopuista tuleva siitepöly.

Testattu siemen = siemen, josta kehittyvän taimen laatu- ja kasvuominaisuudet on todettu keskimääräistä paremmiksi jälkeläiskokeissa.

Tehoainetietokanta = Kasvinsuojeluaineiden tehoaineet arvioidaan yhteisesti EU:ssa ja niiden hyväksymisestä annetaan komission täytäntöönpanoasetus. Tehoaineita koskevat päätökset löytyvät komission ylläpitämästä tehoainetietokannasta.

Torjunnan kynnyсарvo = Tuholaistiheys, jonka ylittyessä kasville aiheutunut vioitus tuottaa taloudellista tappiota.

Tukes = Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, joka vastaa kasvinsuojeluaineiden hyväksynnästä kansallisesti Suomessa ja ylläpitää kasvinsuojeluainerekisteriä. www.tukes.fi.

Tuleentuminen = Siemenen rakenteellinen ja toiminnallinen kypsyminen.

Tulokaslaji, vieraslaji = Tulokaslajilla tarkoitetaan maahamme viimeisen vuosisadan aikana levinnyttä eliölajia. Vieraslajiksi kutsutaan sellaista luontoon levinnyttä tulokaslajia, joka ei alun perin ole kuulunut kyseiseen ekosysteemiin eikä olisi pystynyt sinne omin neuvoin leviämään, vaan ihmisen tietoisella tai tahattomalla myötävaikutuksella.

Tyhjäsiemensadannes = Tyhjien siementen osuus siemensadossa; kuusella seuraus heikosti onnistuneesta pölytyksestä, männyllä pääosin itsesiitoksesta johtuva

Väli-isäntäkasvi = Isäntäkasvi, jossa tapahtuu osa mikrobin elinkierrosta

Yksikotinen = Kukkien sijaintia kasviyksilössä ilmaiseva käsite; hede- ja emikukkia esiintyy samassa yksilössä.

Yksineuvoinen = Kukkien rakenteen ilmaiseva käsite; hede- ja emikukat ovat erillisiä, itsenäisiä kukkia.

Yksisiemenkylvö = Taimitarhalla taimien kasvatusarkin jokaiseen kennoon kylvetään vain yksi siemen.

Ylivuotinen käpy = Kuusen tai männyn käpy, joka on jo varistanut siemenet, mutta on edelleen kiinni puussa.

Äkämä = Kasvin kasvuhäiriö, jonka aiheuttaa jokin ulkoinen ärsyke, kuten hyönteinen.

Kirjallisuutta

Kirjallisuus on jaoteltu luvuittain.

2. Havupuiden siementen kehitys

Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnygring. Stud. For. Suec. 27.

Heikinheimo, O. 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 24.4.

Koski, V. 1968. Siitepölyhiukkasen koon merkitys tuulipölytteisten metsäpuiden risteytymisessä. Luonnon Tutkija 72(4):127–131.

Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon mittauksista metsäpuilla. Folia For. 364.

Kujala, V. 1927. Tutkimuksia männyn- ja kuusensiementien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 12.

Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882.

Pukkala, T., Hokkanen, T. & Nikkanen, T., 2010. Prediction models for the annual seed crop of Norway spruce and Scots pine in Finland. Silva Fennica 44(4):629–642.

Sarvas, R. 1962. Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 53.4.

Sarvas, R. 1964. Havupuut. WSOY, Porvoo. 518 s.

Sarvas, R. 1968. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 67.5.

Tiren, L. 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbröd. Medd. Statnes Skogsförsöksanstalt. Häfte 28: 413–524.

3. Tuhoeliöt

Annala, E. & Heliövaara, K. 1991 Chemical control of cone pests in a Norway spruce seed orchard. Silva Fennica 25:59–67.

- Annala, E. 1966. On the occurrence of *Plemeliella abietina* Seitn. (Dipt., Cecidomyiidae) and *Megastigmus strobilobius* Ratz. (Hym., Chalcididae) in Finland. *Annales Entomologici Fennici* 32: 3-11.
- Annala, E. 1973. Chemical control of spruce cone insects in seed orchards. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78: 1-25.
- Annala, E. 1975. The biology of *Pissodes validirostis* Gyll. (Col., Curculionidae) and its harmfulness, especially in Scots pine seed orchards. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 85(6):1-95.
- Annala, E. 1977. Control of the pine cone weevil, *Pissodes validirostis* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) in pine seed orchards. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 90(6):1-14.
- Annala, E. 1979. The life cycles of the cone-infesting *Dioryctria* species (Lepidoptera, Pyralidae) in Finland. *Notulae Entomologicae* 59: 69-74.
- Annala, E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 101: 1-32.
- Bakke, A. 1955. Insects reared from spruce cones in northern Norway 1951. *Norsk Entomologisk Tidsskrift*. 9: 152-212.
- Bakke, A. 1957. *Eucosma ratzeburgiana* (Ratz.) (Lep., Tortr.) injurious to spruce flowers in Norway. *Norsk Entomologisk Tidsskrift* 10:91-94.
- Bakke, A. 1963. Studies on the spruce-cone insects *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera: Itonidae) and their parasites (Hymenoptera) in Norway. *Det Norske skogforsøksvesen. Meddelelser* 67: 1-151.
- Bakke, A. 1970. Effect of temperature on termination of diapause in larvae of *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lep., Tortricidae). *Entomologica Scandinavica* 1:209-214.
- Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. *Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogsskötsel. Rapporter nr* 13.
- Brockerhoff, E.G. & Kenis, M. 1996. Parasitoids associated with *Cydia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in Europe, and considerations for their use for biological control in North America. *Biological Control* 6, 202-214.
- Brockerhoff, E.G. & Kenis, M. 1997a. Oviposition, life cycle, and parasitoids of the spruce cone maggot, *Strobilomyia anthracina* (Diptera: Anthomyiidae), in the Alps. *Bulletin of Entomological Research* 87: 555-562.
- Brockerhoff, E.G. & Kenis, M. 1998. Strategies for the biological control of insects infesting coniferous seed cones. *Julkaisussa Battisti, A. & Turgeon, J.J. (toim.). Proceedings of the 5th cone and seed insect working party conference (IUFRO S7.03-01), September 1996, Monte Bondone, Italy. Institute of Agricultural Entomology, University of Padova, Padova. p. 49-56.*

- Campbell, T.E. 1976. Bird and mammal problems in southeastern pine forests. Proceedings of the 7th Vertebrate Pest Conference.
- Crane, P.E. & Hiratsuka, Y. 1999. Evidence for environmental determination of uredinia and telia production in *Chrysomyxa pirolata* (inland spruce cone rust). Canadian Journal of Botany 78: 660–667.
- Glynn, C. & Weslien, J. 2004. *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* x *aizawai* applied to spruce flowers reduced *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) infestation without affecting seed quality. Journal of Economic Entomology 97: 1836–1841.
- Grosman, D.M., Upton, W.W. & McCook, F.A. 2002. Systemic insecticide injections for control of cone and seed insects in loblolly pine seed orchards 2-year results. Southern Journal of Applied Forestry 26: 146–152.
- Hedlin, A.F. 1973. Spruce cone insects in British Columbia and their control. Canadian Entomologist 105, 113–122.
- Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyn männyn ja kuusen siemenen tuhoajina Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 89(5): 1–35.
- Helenius, P. & Ylioja, T. 2014. Syökö tukkimiehentäi havupuun siemeniä? Taimuutiset 3/2014.
- Helenius, P. 2010. Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju. Metlan työraportteja 160.
- Himanen, K., Lilja, A., Rytönen, A. & Nygren, M. 2013. Soaking effects on seed germination and fungal infection in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 28: 1–7.
- Himanen, K. & Nygren M. 2014. Effects of seed pre-soaking on the emergence and early growth of containerized Norway spruce seedlings. New Forests 45: 71–82.
- Kaitera, J. 2013. Thekopsora and *Chrysomyxa* cone rusts damage Norway spruce cones after a good cone crop in Finland. Scandinavian Journal of Forest Research 28(3): 217–222.
- Kaitera, J., Hiltunen, R., Kauppila, T., Pitkäranta, M. & Hantula, J. 2014. Fruiting and sporulation of *Thekopsora* and *Chrysomyxa* cone rusts in *Picea* cones and *Prunus* leaves. Forest Pathology 44(5): 387–395.
- Kaitera, J., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2009. Kuusen käpyruosteiden kasvukauden-aikainen itiöinti. Taimuutiset 4/2009: 10–16.
- Kaitera, J., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2009. Seasonal fruiting and sporulation of *Thekopsora* and *Chrysomyxa* cone rusts in Norway spruce cones and alternate hosts in Finland. Canadian Journal of Forest Research 39(9): 1630–1646.
- Kaitera, J., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2010. *Chrysomyxa ledi*, a new rust fungus sporulating in cone scales of *Picea abies* in Finland. Scandinavian Journal of Forest Research 25(3): 202–207.
- Kangas, E. and Leskinen, K. 1943. *Pegohylemyia anthracina* Czerny (Dipt., Muscidae) als Zapfenschädling an der Fichte. Annales Entomologici Fennici 9:195–212.

- Kasanen, R. 2009. Metsäpuiden sienitaudit. Metsäkustannus Oy. 221 s.
- Laki metsänviljelyaineiston kaupasta 241/2002.
- Lehtiniemi, T. 1970. Metsämaassa tapahtuvista siementuhoista ja niiden torjunnasta. Pro gradu-työ. Helsingin yliopisto.
- Lehtiniemi, T. 1976. Männyn ja kuusen siementen tuhoutuminen metsämaassa. Merkki-ainemenetelmän soveltaminen tuholaislajistoon. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja nro 12.
- Lesieur, V., Yart, A., Guilbon, S., Lorme, P., Auger-Rozenburg, M.-A. & Roques, A. 2014. The invasive *Leptoglossus* seed bug, a threat for commercial seed crops, but for conifer diversity? *Biological Invasions* 16:1833–1849.
- Lilja, A., Himanen, K., Poimala, A. Poteri, M. 2013. Metsäpuiden taimituotantoa ja jou-lupuiden kasvatusta uhkaavat taudit. *Metsätieteen aikakauskirja* 2013(4): 647–674
- Lobo, N. 2009. Conifer-seed preferences of small mammals. *Canadian Journal of Zoology* 87: 773–780.
- Lobo, N. 2014. Conifer seed predation by terrestrial small mammals: A review of the patterns, implications, and limitations of top-down and bottom-up interactions. *Forest Ecology and Management* 328: 45–54.
- Löfstedt, C., Svensson, G.P., Jirle, E.V., Rosenberg, O., Roques, A., & Millar, J. (3Z,6Z,9Z,12Z,15Z)-pentacosapentaene and (9Z,11E)-tetradecadienyl acetate: sex pheromone of the spruce cone worm *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Applied Entomology* 136: 70–78.
- Mamaev, B.M. 1971. The use of resin as a habitat by insects, with a review of insects living in resin. *Zhurnal Obshchei Biologii* 32(4): 501–507.
- Martell, A.M. 1979. Selection of conifer seeds by deer mice and red-backed voles. *Canadian Journal of Forest Research* 9: 201–204.
- McLeod, P.J., Yearian, W.C. & Young, S.Y. 1983. Persistence of *Bacillus thuringiensis* on second-year loblolly pine cones. *Environmental Entomology* 12: 1190–1192.
- Metsätalastollinen vuosikirja 2014. Metsäntutkimuslaitos.
- Mikkola, K., Jalas, I. and Peltonen, O. 1989. Suomen perhoset. Mittarit 2. Suomen perhostutkijain seura. Recallmed Oy. Hanko. 280 s.
- Nelson, D.L. & Krebill, R.G. 1982. Occurrence and effect of *Chrysomyxa pirolata* cone rust on *Picea pungens* in Utah. *Western North American Naturalist* 24(2): 262–272.
- Nilson, M.E. & Hjältén, J. 2003. Covering pine seeds immediately after seeding: effects on seedling emergence and on mortality through seed-predation. *Forest Ecology and Management* 176: 449–457.

- Nolte, D.L. & Barnett, J.P. 2000. A repellent to reduce mouse damage to longleaf pine seed. *International Biodeterioration & Biodegradation* 45: 169–174.
- Nystrand, O. & Granström, A. 1997. Forest floor moisture controls predator activity on juvenile seedlings of *Pinus sylvestris*. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1746–1752.
- Nystrand, O. & Granström, A. 1997. Post-dispersal predation on *Pinus sylvestris* seeds by *Fringilla* spp. ground substrate affects selection for seed color. *Oecologia* 110: 353–359.
- Nystrand, O. & Granström, A. 2000. Predation on *Pinus sylvestris* seeds and juvenile seedlings in Swedish boreal forest in relation to stand disturbance by logging. *Journal of Applied Ecology* 37: 449–463.
- Peters, S.H., Macdonald, S.E., Boutin, S. & Moses, R.A. 2004. Postdispersal seed predation of white spruce in cutblocks in the boreal mixedwoods: a short-term experimental study. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 907–915.
- Radvanyi, A. 1971. Lodgepole pine seed depredation by small mammals in western Alberta. *Forest Science* 17: 213–217.
- Reich, P.B., Oleksyn, J. & Tjoelker, M.G. 1994. Seed mass effects on germination and growth of diverse European Scots pine populations. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 306–320.
- Roques, A & Skrzypczynska, M. 2003 Seed-infesting chalcids of the genus *Megastigmus* Dalman, 1820 (Hymenoptera: Torymidae) native and introduced to the West Palearctic region: taxonomy, host specificity and distribution. *Journal of Natural History* 37:127–238.
- Roques, A. 1983. Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France. INRA, Paris, 134 s.
- Rosenberg, O. & Weslien, J. 2005. Assessment of cone-damaging insects in a Swedish spruce seed orchard and the efficacy of large-scale application of *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* x *kurstaki* against lepidopterans. *Journal of Economic Entomology*. 98: 402–408.
- Rosenberg, O., Almqvist, C. & Weslien, J. 2012. Systemic insecticide and gibberellin reduced cone damage and increased flowering in a spruce seed orchard. *Journal of Economic Entomology* 105: 916–922.
- Rummukainen U. 1960 Kuusen siementuhojen runsaudesta ja laadusta. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 52(3): 1–83
- Rummukainen, U. 1954a Eräiden kuusenkäpytuholaiten esiintymisestä eri leveysasteilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 42(4):1–21.
- Rummukainen, U. 1954b. Beobachtungen über die Bedeutung des Fichtenzapfennagekäfers, *Ernobius abietis* F. (Col. Anobiidae) as Fichtenzapfennageesschädling. *Annales Entomologici Fennici* 20: 69–75
- Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset. *Suomalainen tiedeakatemia*. 719 s.

Schönborn, von A. 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH. München. 158 s.

Simak 1955. Bestämning av insektskador på granfrö medelst röntgenfotografering. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut 41:299–310.

Simon, N.P.P., Stratton, C.B., Forbes, G.J. & Schwab, F.E. 2002. Similarity of small mammal abundance in post-fire and clearcut forests. *Forest Ecology and Management* 165: 163–172.

Spessivtseff, P. 1924. Grankottmätarna (*Eupithecia abietaria* och *strobilata*) och deras skadegörelse. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 21(7), 295–310.

Stadnitskiy, G.V. 1971. Characteristics of cones of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) as a habitat and the complex of insects infesting them. *Entomological Review* 50 (1): 50–55.

Sullivan, T.P. & Sullivan, D.S. 1982. Reducing conifer seed predation by use of alternative foods. *Journal of Forestry* 499.

Sullivan, T.P. & Sullivan, D.S. 1982. The use of alternative foods to reduce lodgepole pine seed predation by small mammals. *Journal of Applied Ecology* 19: 33–45.

Summers, D., Sutherland, J.R. & Woods, T.A.D. 1986. Inland spruce cone rust (*Chrysomyxa pirolata*) control: relation of ferbam application to basidiospore production, rainfall, and cone phenology. *Canadian Journal of Forest Research* 16: 360–362.

Sutherland, J.R., Lock, W. & Farris, S.H. 1981. Sirococcus blight, a seed-borne disease of container grown spruce seedlings in coastal British Columbia forest nurseries. *Canadian Journal of Botany* 59: 559–562

Thomsen, K. & Schmidt, L. 1999. Control of fungi during seed procurement. Danida forest seed centre. Technical notes 53. 16 s.

Tian Fu, W. & Uotila, A. 2002. Observation of *Sirococcus conigenus* and its pathogenicity. *Metlan tiedonantoja* 829: 68–74.

Tillman-Sutela, E., Kauppi, A., Hilli, A. & Kaitera, J. 2004. Fungal injury to seed tissues of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. *Trees - Structure and Function* 18(2): 151–156.

Trägårdh, I. 1917. Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter. Meddelelser Statens Skogsförsöksanstalt 13–14: 1140–1204.

Trägårdh, I. 1939. Sveriges Skogsinsekter. Hugo Gebers Förlag, Stockholm. 279 s.

Turgeon J.J., Roques, A. & de Groot, P. 1994. Insect fauna of coniferous seed cones: diversity, host plant interactions, and management. *Annual Review of Entomology*. 39:179–212.

Vaartaja, O. 1949. High surface soil temperatures on methods of investigation, and thermocouple observations on a wooded heath in the South of Finland. *Oikos*: 1: 6–28.

Vaartaja, O. 1950. On factors affecting the initial development of pine. *Oikos* 2:1.

Vander Wall, S.B. 1998. Foraging success of granivorous rodents: effects of variation in seed and soil water on olfaction. *Ecology* 79(1): 233–241.

Weslien, J. 1999. Biological control of the spruce coneworm *Dioryctria abietella*: Spraying with *Bacillus thuringiensis* reduced damage in spruce seed orchard. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 14:127–130.

Wiersma, N. 1978. Cone and seed insects in Europe. Proceedings Flowering and seed development in trees: a symposium. Mississippi State University May 15-18. p. 291–304.

Wiklund, K. 1986. Predation på skogsfrö vid sådd i fält – en metodstudie. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogsskötsel. Arbetsrapporter nr. 8.

4. Kasvinsuojelu siemenviljelyksillä

Maa- ja metsätalousministeriö. Kasvinsuojeluaineiden kestäväen käytön kansallinen toimintaohjelma. Työryhmämuistio, mmm 2011:4.

Löfstedt, C., Svensson, G.P., Jirle, E.V., Rosenberg, O., Roques, A., & Millar, J. 2012. (3Z,6Z,9Z,12Z,15Z)-pentacosapentaene and (9Z,11E)-tetradecadienyl acetate: sex pheromone of the spruce cone worm *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Applied Entomology* 136: 70–78.

Rosenberg, O., Nordlander, G. and Weslien, J. 2015. Effects of different species on seed quantity and quality in Norway spruce. *Agricultural and Forest Entomology* 17:158–163.

Wang, H., Svensson, G.P., Rosenberg, O., Bengtsson, M., Jirle, E.V., & Löfstedt, C. 2010. Identification of the sex pheromone of the spruce seed moth, *Cydia strobilella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Chemical Ecology* 36:305–313.

Wang, H.L., Svensson, G.P., Jakobsson, J., Jirle, E.V., Rosenberg, O., Francke, W., Anderbrant, O., Millar, J.G. & Löfstedt, C. 2015. Sex pheromone of the cloaked pug moth, *Eupithecia abietaria* (Lepidoptera: Geometridae), a pest of spruce cones. *Journal of Applied Entomology* 139:352–360.

Tukes verkkopalvelu kasvinsuojeluaineet

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/>

Hakemisto

A

abioottinen tuho 81
alfa-sypermetriini 100
alumiinijauhe 83
alustavasti testattu siemen 16
Amara sp. 78
antagonisti 91
anteesi 19-20
antrakinoni 83
Arion subfuscus 80
Assara terebrella 62
astevuorokausi 19, 22–23, 101

B

Bacillus thuringiensis 40, 101
bioottinen tuho 73

C

Calathus micropterus 78
Carduelis flammea 74
Chrysomyxa ledi 66
Chrysomyxa pirolata 65
Columba palumbus 74
Cydia illutana 63
Cydia strobilella 31–32

D

dimetooatti 36, 100
Dioryctria abietella 37
Dioryctria mutatella 62
Dioryctria schützeella 62

E

elohopea 83
emisilmu 17, 34, 61
endriini 83
Ernobius abietinus 63
Ernobius abietis 63
Eupithecia abietaria 42
Eupithecia analoga 42
Evira 9–10

F

feromoni 36, 41, 44, 102–104, 124
feromonipyydys 36, 41, 102–103
Formicadae 78
Fringilla coelebs 74
Fringilla montifringilla 74

G

Gastrodes abietum 64
Gastrodes grossipes 64
GEP 106
good experimental practice 106

H

halla 61, 83, 86
Harpalus sp. 78
harsopussi 40, 50–51
hedearpi 20–21
hedelmöitys 22
hedesilmu 17
Hylobius abietis 78

I

idätystesti 11–12
integroitu torjunta 93, 102, 107
isohavukirva 44
itsepölytys 21
itsesiitos 21

J

jalostettu siemen 9–10, 16
jalostushyöty 20
järripeippo 74

K

kaarnasysikiitäjäinen 78
Kaltenbachiola strobi 50
kannanseuranta 41, 49, 102–103
kapsaisiini 83
karistus 13–14, 25, 33, 40, 51–53, 55, 57, 61, 71, 85
karkoteaine 83
kasvinsuojeluaine 36, 40–41, 49, 57, 61, 93–95, 100–107
kasvinsuojeluainelaki 93, 103–104
kasvinsuojeluainerekisteri 104–105, 107
kasvinsuojeluainetutkinto 93
kasvinsuojeluvyöhyke 104
kasvusilmu 17, 62
keruuajankohta 90
kestävä kasvinsuojelu 93, 102
koetoimintalupa 101, 105–106
kontortamänty 57, 60–61, 74, 76
kulotus 83
kuusenkäpykärpänen 30, 46–49, 94–96, 98, 100

kuusenkäpykääriäinen 27, 30–36, 63, 94–95, 98, 100–103
kuusenkäpylude 64
kuusenkäpymittari 42–45, 99, 102
kuusenkäpysääski 50–51, 98
kuusensiemenkiilukainen 52–53, 55, 99
kuusensiemenmittari 42–45, 63, 94–95, 99, 101–103
kuusensiemensääski 53–55, 98
kuusensuopursuruoste 66
kuusentalvikkiruoste 65, 70–72
kuusentuomiruoste 65–68
käpyetiketti 10
käpyjen keruu 11, 33, 35–36, 50, 85, 90, 96
käpyjen varastointi 90
käpykoisa 26, 28, 37–44, 62–63, 94–95, 97, 99–103
käpykytry 63
käpypikikärsäkäs 30, 56–63, 95
käpyruoste 65, 72, 95
kävynsuomukääriäinen 63

L

lajittelu 53, 55, 66
Laspeyresia strobilella 30
Leptoglossus occidentalis 29–31
loinen 25, 36, 61, 96
Loxia sp. 74
lude 20–31, 36, 64, 78
lyijy 83
lämpösumma 19, 22–23, 100–101

M

maakiitäjäinen 78
Megastigmus strobilobius 52
metsäetana 80
metsäkampakiitäjäinen 78
metsämyyrä 77
metsäpäästäinen 76
Microtus agrestis 77
minor use 94, 105, 107, 109
muodonvaihdos 28–30, 64
muurahaiset 78–79
Myodes glareolus 77
männynkäpykoisa 62
männynversokoisa 62

N

neulaskoisa 62
närekytry 63

O

orava 17, 75–76
organofosfaatti 36, 100

P

Parus major 74
peippo 74–75
peltomyyrä 77
pihkapallo 46–48
pikkukäpy 19–20, 58
Pinus contorta 57, 74
Pissodes validirostis 56
Plemeliella abietina 54
pluspuu 7, 9, 20
pohjoinen vyöhyke 104–105

Pterostichus oblopunctatus 78
Pterostichus sp. 78
Pyralidae 37
pölytys 11, 19–22, 50–51, 55, 101

R

Resseliella sp. 63
ruostekäpylude 64
ruostesoukkokääriäinen 62
röntgenkuvaus 11–12, 31, 53, 54

S

Sacchiphantes abietis 44
Sciurus vulgaris 76
sepelkyyhky 74
siemenaihe 19–22, 33, 54
siemenkeräysilmoitus 10
siemenpuu 74
siemensatoennuste 17
siementen sienet 90
siementen varastointi 88
siemenviljelys 7, 23, 32, 36–37, 49–50, 55
siitepöly 19–20, 22, 41, 54, 98, 100
sirkkataimi 73, 80–81, 83, 89
Sirococcus conigenus 85–86
Sorex araneus 76
Strobilomyia anthracina 46
suvullinen uudistuminen 15
systeminen 36, 70–71, 100, 102
säästöpuu 74

T

taimikoro 86
taiminäive 85–86
taimipolte 89, 91
taimitarha 7–9, 86–87, 89
talitiainen 74
talvikkiruoste 65, 70–72
taustapölytys 20
tehoaine 36, 83, 100, 102, 104, 107
tehoainetietokanta 107
testattu siemen 16
Thekopsora areolata 65
tiraami 83
torjunnan ajoitus 41, 103
torjunnan kynnsarvo 94
Tortricidae 31–32
Torymidae 52
Tukes 104–107
tukkimiehentäi 78–80
tuleentuminen 11, 23
tuomiruoste 65–69, 71–72, 85–86,
94–96
tyhjäsiemenosuus 21

U

urpiainen 74

V

varjolude 64
vastavuoroinen hyväksyntä 104–
105, 107

Y

yksikotinen 15
yksineuvoinen 15
ylivuotinen käpy 25, 58, 64, 85, 87,
96

Z

Zeiraphera ratzeburgiana 62

Ä

äkämäsääski 63

LIITE 1. Lundin yliopiston feromonitutkimusryhmän kolmelle perhoslajille kehittämien feromonien koostumus . Kukin feromoni koostuu kahdesta komponentista, joiden kemialliset kaavat on annettu englanninkielisenä. Kahden komponentin seokset sekoitetaan 100 µl heksaania ja imeytetään kumiseen annostelijaan.

Feromonikoostumus	Käpykoisa (<i>Dioryctria abietella</i>)	Kuusenkäpykääriäinen (<i>Cydia strobilifera</i>)	Kuusensiemennittari (<i>Eupithecia abietaria</i>)
Komponentti 1	(3Z, 6Z, 9Z, 12Z, 15Z)- pentacosapentaene	(8E, 10E)-dodecadienyl acetate (Geometrinen isomeeri EE)	3Z,6Z,9Z-19:H
Komponentti 2	(9Z, 11E)-tetradecadienyl acetate	(8E, 10Z)-dodecadienyl acetate (Geometrinen isomeeri EZ)	3Z,6Z-cis-9,10-epoxy-19:H
Sekoitusuhde komponentti 1 : komponentti 2	1 : 10	6 : 4	300 : 33
Sekoituksen massa annostelijassa	1000 µg seosta	0.3 µg seosta	333 µg
Feromoniannostelijan vaihtoväli	6-8 viikkoa	4 viikkoa	4 viikkoa
Lähdekirjallisuus	Löfstedt ym. 2012. Journal of Applied Entomology 136:70-78.	Wang ym. 2010. Journal of Chemical ecology 36:305-313.	Wang ym. 2015. Journal of Applied Entomology 139:352-360.