

KASVINSUOJELULEHTI

4/2024

57. vuosikerta



KASVINSUOJELULEHTI

SISÄLTÖ

Puutarhajaoston kesäretkellä nähtiin paljon erilaisia viljelykasveja

Arto Vuollet

Juurikäpää altistaa kuusia kirjanpainajatuhoille

Werna Wahlman

Hajutunnistuskoirien käyttö kirjanpainajan (*Ips typographus*) tunnistamisessa ja torjunnassa

Reetta Kangaslampi

MÄTÄS-hankkeessa etsitään uusia ratkaisuja metsätaimien kasvinsuojeluun

Anna Poimala, Suvi Sutela & Eeva Terhonen

Kansi: Kirjanpainajatuhoja kuusikossa. Kuva: Werna Wahlman

4/2024
57. vuosikerta

Ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
ISSN 2814-4724

Julkaisija
Kasvinsuojeluseura ry.

Puheenjohtaja
Marja Savonmäki
Puhelin 0295162280
marja.savonmaki@gov.fi

Varapuheenjohtaja
Minni Tarkkanen
Puhelin 040 568 1165
minni.tarkkanen@bayer.com

Sihteeri
Juha Tuomola
juha.tuomola@ruokavirasto.fi

Toimitus
Vastaava toimittaja
Nelli Piekkari
Puhelin 0400 791 235
kasvinsuojelulehti@gmail.com
Paperiposti
Kasvinsuojeluseuran toimistolle,
osoite alla.

Osoitteenmuutokset ja jäsenyysasiat
Toimistonhoitaja
Johanna Karhamo
Puhelin 040 774 7590
kasvinsuojeluseura@gmail.com
Kasvinsuojeluseura ry
Rekitie 4 D 17
00950 Helsinki

Puutarhajaoston kesäretkellä nähtiin paljon erilaisia viljelykasveja

Arto Vuollet

Kasvinsuojeluseuran puutarhajaoston kesäretkellä 26.6.2024 oli kolme kohdetta, joista kaksi Lohjansaarella ja yksi Inkoossa. Liikuimme Länsi-Uudenmaan alueilla, jotka ovat tunnettuja lehtomaisesta luonnostaan ja myös puutarhaviljelmistään.

Retken ensimmäinen kohde oli Frutice-tum, ainutlaatuinen hedelmä- ja marjakasvien kokoelma, jossa on sadoittain hedelmä- ja marjalajikkeita. Pelkästään eri lajeja viljellään noin 50 erilaista.

Tällä retkellä keskityttiin kirsikoihin ja luumuihin, ja nähtiin suuria lajike-eroja kasvutavoissa ja menestymisessä paikallisessa ilmastossa. Kiinnitimme huomiota sadon suojaamiseen linnuilta verkoil-



Meeri Saario teki pro gradu -työnsä viinirypäleiden viljelystä. Aihe, joka innosti myös omiin viljelykokeiluihin. Muovihuoneviljelyssä ei tarvita kastelua huoneen sisällä, sillä viiniköynnöksen juuret hakeutuvat huoneen ulkopuoliseen maahan. Tutkijaurallaan Saario väitteli puolukan viljelystä. Kuva: Arto Vuollet

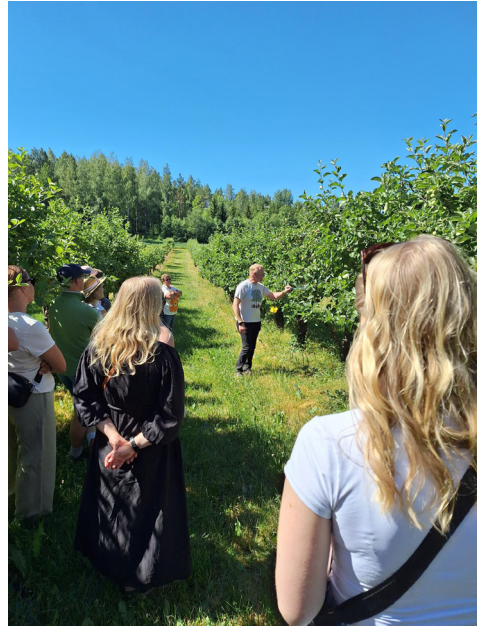
la. Lustokuoriaisten tarkkailu ja torjunta oli yksi tärkeimpiä kasvinsuojelutoimenpiteitä.

Ehdimme katsastaa myös näyttötarhan monia muitakin viljelykasveja. Tarha saa tuloja ryhmien vierailuista ja itsepoiminnasta. Monet puutarha-alan ammattilaiset tekevät vapaaehtoistyötä tarhalla. Fruticetumissa on myös luonnonvarakeskuksen hedelmäpuiden geenivarakokoelma. Toiminnan primus motor on MTT **Meeri Saario**, nyt eläkkeellä oleva alkuperäinen lohjansaarelainen.

Lohjansaaren toinen kohde oli Alitalon tila ja sen omenatarha, oppaana viljelijä **Marko Maula**. Käyntihetkellä omenasadosta näytti tulevan normaali, vaikka kukinta-aika meni hyvin nopeasti ohi. Perhostuhoihin varauduttiin feromonipyydyksiä tarkkailemalla. Tänä kesänä päädyttiin tämän integroituun kasvinsuojeluun kuuluvan tarkkailun perusteella siihen, että perhosia ei tarvinnut torjua. Tilalla nautittiin lounas ja tutustuttiin vielä hedelmäviinien valmistukseen.

Kolmas kohde oli Lill-Breds Bäckgård & Café, marja- ja vihannestila Inkoossa Kantatie 51:n varrella. Tilalla viljellään avomaalla mansikkaa, herukkaa ja kymmenkuntaa vihanneslajia. Savi raskaana maalajina vaati muovin käyttöä mansikkapenkeissä, sillä biohajoavat vaihtoehdot eivät olleet toimineet.

Poikkeuksellisen lämmin kasvukausi sai vihannokset kasvamaan niin nopeasti, että kaikkia viljelytyöitä ei voitu tehdä ajoissa. Viljelijä **Gustav Hildén** huomasi, että pellossa olevat rikkakasvit harhauttavat tuholaisia ja siten vähen-



Omenanviljelijä Marko Maula tutustutti Alitalon omenanviljelyyn. Vuoden 2024 kesän nopeat ja yllättävät säävaihtelut toivat omat viljelyhaasteensa myös tällä tilalla. Kuva: Arto Vuollet

sivät tuholaisen tekemää hävikkiä pelloilla verrattuna puhtaaksi kitkettyihin vihanneslohkoihin. Tilan 75 henkilön työvoimalla saa tarvittaessa nopeasti tulosta, kun lohko kerrallaan kitketään tai siitä korjataan satoa.

Harvinaisemmista viljelykasveista voi mainita vesimelonin, eri kurpitsat ja mustajuuren. Tilan sijainti runsasliikenteisen tien vieressä houkuttelee paljon tietä käyttäviä kesäasukkaita ostamaan tilan oman leipomon tuotteita kasvisten lisäksi.

Puutarhajaoston kesäretken järjestäminen oli osa Agrihubin toimintaa, jossa tänä kesänä on panostettu erityi-

sesti puutarha-alalla työskentelevien tapaamisiin suorien kontaktien luomiseksi. Tällä tähdätään puutarha-alan tiedonsiirron tehostamiseen ja sitä kautta puutarhayritysten kannattavuuden parantamiseen. Retki oli myös osa IPM-works -hankkeen toimintaa ja ennen kaikkea Kasvinsuojeluseuran toimintaa.

Linkit:

www.fruticetum.fi

www.ciderberg.fi

www.lill-breds.fi

www.agrihubi.fi

www.proagria.fi/hankkeet/ipmworks-protecting-crops-without-pesticides

Kirjoittaja: MMM Arto Vuollet, puutarhatuotannon asiantuntija, Svenska Lantbrukssällskapens förbund

Juurikäpä altistaa kuusia kirjainpainajatuhoille

Werna Wahlman

Tutkimuksessa tarkasteltiin kuusen kahden pahimman tuhonaiheuttajan – juurikäävän ja kirjainpainajan – välistä yhteyttä. Juurikäpä altistaa kuusia kirjainpainajan hyökkäyksille etenkin silloin, kun kaarnakuoriaisten populaatiotiheys on alhainen. Ilmastonmuutoksen myötä juurikäpätartuntojen ja kirjainpainajan aiheuttamat tuhot voivat lisääntyä, sillä lämpötilan kohoaminen ja kasvukauden piteneminen suosivat molempia tuhonaiheuttajia.

Metsäkuusi on taloudellisesti merkittävä puulaji ja sitä on istutettu hyvin laajalti sekä Suomessa, että yleisemmin Pohjois- ja Keski-Euroopassa. Kuusi kasvaa hyvin ja tuottaa laadukasta puutavaraa monenlaisilla kasvupaikoilla, mutta matalan juuristonsa takia se on altis ilmastonmuutoksen mukana tuomille haasteille, kuten kesäaikaiselle kuivuudelle ja lisääntyvien roudattomien ajanjaksojen myrskytuhoille. Lisäksi kuusen tuhonaiheuttajien odotetaan hyötyvän ilmaston lämpenemisestä.

Juurikäpä ja kirjainpainaja – kuusen pahimmat viholliset

Juurikäpä (*Heterobasidion annosum* s.l.) ja kirjainpainaja (*Ips typographus*) ovat kuusen merkittävimmät bioottiset tuhonaiheuttajat. Suomessa esiintyy kaksi juurikäpäalajia: kuusen tyvilahoa aiheuttava kuusenjuurikäpä (*Heterobasidion parviporum*), sekä männyn tyvitervastautia aiheuttava männynjuurikäpä (*Heterobasidion annosum sensu stricto*).



Kuva 1. Kirjainpainajapuu

Kuusenjuurikäpää aiheuttaa tyvilahoa pääasiassa kuusella, mutta männynjuurikäpää lahottaa männyn lisäksi monia muitakin puulajeja, kuten kuusia ja koivuja. Juurikäävän itiöt tartuttavat puut tuoreiden kantopintojen tai vaurioiden kautta ja infektiio leviää metsikön sisällä viereisiin puihin juuriyhteyksien välityksellä. Juurikäpää aiheuttaa pääasiassa kasvutappioita ja heikentää puutavaran laatua, mutta toisinaan pitkälle edennyt laho voi myös johtaa puun kuolemaan, erityisesti yhdessä muiden tuhonaiheuttajien kanssa.

Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on opportunistinen kaarnakuoriaislaji, joka lisääntyy ensisijaisesti heikentyneissä pystyvuissa tai tuulenkaadoissa (Kuva 1). Kun ympäristöolosuhteet muuttuvat kirjanpainajalle suotuisiksi niiden populaatiotiheys eli määrä kuitenkin kasvaa, jolloin ne voivat joukkovoiman avulla tappaa myös terveitä puita. Kirjanpainajien massaesiintymät liittyvätkin usein muihin häiriöihin, kuten kuivuuteen ja tuulituhoihin. Populaatio voi kasvaa dramaattisesti varsinkin kovien myrskyjen jälkeen, sillä tuulenkaadot ovat hyvää lisääntymismateriaalia kirjanpainajalle.

Tutkimus: Juurikäpää heikentää kuusia ja altistaa kirjanpainajan hyökkäyksille

Epäsuora yhteys juurikäävän ja kirjanpainajan välillä on varsin selvä ja hyvin tunnettu. Juurikäpää lahottaa puun juuristoa tehden siitä alttiimman tuulituhoille, ja kirjanpainajat taas iskeytyvät tuulenkaatoihin ja käyttävät niitä lisääntymismateriaalinaan. Kuitenkaan juurikäävän ja kirjanpainajan välistä suoraa



Kuva 2. Kirjanpainajan aiheuttamien oireiden määrä arvioitiin yhdeksältä eri koealalta.

yhteyttä ei ole tutkittu maasto-olosuhteissa ja se oli tutkimuksemme tavoite (Wahlman et al., 2025). Tavoitteena oli erityisesti selvittää, heikentääkö juurikäpää kuusia tehden niistä alttiimpia kirjanpainajatuholle.

Tutkimuksessa mitattiin 442 kuusta yhdeksältä eri kivennäismaan päätehakuuleimikolta Etelä-Suomessa. Ennen päätehakuuta jokaisesta koealan puusta arvioitiin kirjanpainajan aiheuttamat oireet sekä latvuksesta että rungosta (Kuva 2).

Kaikkiaan mitatuista kuusista 47 % oli eriasteisesti kirjanpainajan vaurioituneita ja 53 % terveitä, eli sellaisia, joista ei löytynyt merkkejä kaarnakuoriaisista. Päätehakuun jälkeen suunnistimme uudelleen koealoille, ja samojen puiden kannoista arvioitiin puiden lahotilanne



Kuva 3. Hakuun jälkeen kannoista arvioitiin lahotilanne.

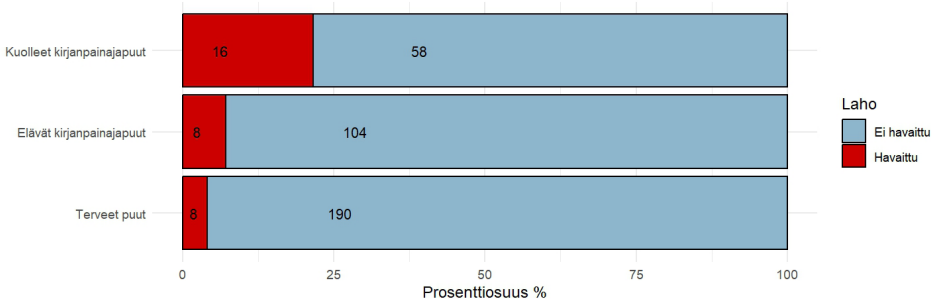
(Kuva 3). Lahoa löytyi kahdeksasta prosentista mitatuista kannoista.

Tutkimuksen merkittävin tulos lienee se, että peräti 75 % juurikäävän lahottamista puista oli myös kirjanpainajan vaivamia. Tämä viittaa siihen, että juurikääpä heikentää puun vastustuskykyä ja lahon vaivaamat puut ovat todennäköisesti sopivampia isäntiä kirjanpai-

najalle verrattuna elinvoimaisiin puihin.

Tutkimuksessa hyödynnettiin tilastollista mallinnusta ja mallien mukaan parhaat ennustajat kuusen kirjanpainajatuhon esiintymiselle olivat niin ikään laho, sekä vähemmissä määrin suurempi rinnankorkeusläpimitta. Lisäksi huomattavaa on se, että juurikäävän osuus oli merkittävästi suurempi vakavasti oireisissa kirjanpainajapuissa, verrattuna lievästi oireisiin kirjanpainajapuihin. Vakavasti oireisissa puissa kirjanpainajatuhot olivat pitkälle edenneitä: puut olivat harsuuntuneita, kaarna oli irronnut, ja useimmat puut olivat kuolleet. Lievästi oireisissa puissa puolestaan havaittiin vain muutamia iskeymiä, lievää pihkavuotoa ja alkavaa harsuuntumista.

Kun kirjanpainajan vaivaamat puut luokiteltiin edelleen eläviin ja kuolleisiin, havaittiin, että juurikäävän osuus oli kaksinkertainen kuolleiden puiden joukossa verrattuna eläviin puihin (Kuva 4). Nämä havainnot viittaavat siihen, että juurikäävän merkitys kirjanpainajatuhojen altistavana tekijänä korostuu



Kuva 4. Kirjanpainajan vaivaamat puut luokiteltuna eläviin ja kuolleisiin sekä juurikäävän aiheuttaman lahon määrä.

erityisesti silloin, kun kirjanpainajien populaatiotiheys on alhainen. Myöhemmin, kun populaatiotiheys kasvaa riittävästi, kirjanpainajat voivat iskeytyä myös elinvoimaisiin puihin.

Kuinka ehkäistä tuhoja?

Juurikäätä vaikuttaa olevan siis yksi puita heikentävä tekijä, joka altistaa kuusia kirjanpainajatuholle. Tämän takia puiden suojaaminen juurikäävältä voi auttaa välillisesti myös suojaamaan puita kirjanpainajalta. Talviaikaiset hakkuut ovat varmin tapa suojata metsikkö juurikäävältä, mutta kantokäsittely on erittäin tehokas tapa estää juurikäätartunta silloin, kun puut kaadetaan lämpimänä vuodenaikana. Huomioitavaa on kuitenkin se, että kantokäsittely suojaa ainoastaan juurikäävän ensitartunnalta, mutta ei estä lahon leviämistä metsikön sisällä silloin, kun metsikkö on jo saanut aiemmin tartunnan.

Lisäksi, kuten tässäkin tutkimuksessa havaittiin, juurikäätä ei ole ainoa kirjanpainajatuhoja selittävä tekijä, vaan myös muut tekijät vaikuttavat kirjanpainajatuhojen esiintymiseen. Yleisesti korkeampaan kirjanpainatuhoris-kiin on liitetty ainakin puiden suurempi rinnankorkeusläpimitta, korkeampi kuusen pohjapinta-ala, suurempi puus-
totiheys (kilpailu), kasvun heikkene-
minen, kuivuusstressi ja etäisyys hak-
kuuaukon reunasta (Jakuš et al., 2011; Korolyova et al., 2022). Juurikäävän tor-
junta ei siis yksin riitä suojaamaan metsiä
kirjanpainajalta, vaan myös muita met-
sänhoitotoimenpiteitä tarvitaan.

Sekametsät ovat yleensä vähem-
män alttiita laajamittaiselle kirjanpaina-
jatuholle, koska niissä isäntäpuulajit eli
kuuset ovat hajautuneet ja keskimäärin
kauempana toisistaan, mikä rajoittaa
kirjanpainajan leviämismahdollisuuksia
ja estää populaation nopean kasvun (Fet-



tig & Hilszczański, 2015). Yhtä lailla muiden kuin isäntäpuiden läsnäolo hidastaa myös juurikäävän leviämistä metsikön sisällä. Myös oikea-aikaiset hoitotoimenpiteet ovat tärkeitä. Esimerkiksi harvennus voi parantaa veden saatavuutta ja vähentää puidenvälistä kilpailua metsikön sisällä, mikä puolestaan voi lisätä puiden vastustuskykyä tuhonaiheuttajia vastaan. Toisaalta harvennukset saattavat altistaa jäljelle jääviä puita juurikäätartunnoille - kompromisseja siis tarvitaan.

Ilmastonmuutos vaikuttaa tuhoriskeihin

Sekä juurikäpä, että kirjanpainaja hyötyvät ilmaston lämpenemisestä ja kasvukauden piteneemisestä. Lämpeneminen nopeuttaa kirjanpainajan elinkiertoa ja pidentynyt kasvukausi mahdollistaa kaksi lisääntymiskertaa kesän aikana.

Samalla kasvukauden piteneen ennustetaan lisäävän myös juurikäätartuntoja, kun hakkuita tehdään yhä useammin lämpimänä vuodenaikana, jolloin juurikäpä tuottaa itiöitä. Lämpeneminen myös lisää juurikäävän leviämisen ja lahottamisaktiivisuutta (Müller et al., 2014).

Helle- ja kuivuusjaksot voivat siis lisätä paitsi kuusen kokemaa kuivuusstressiä, myös juurikäävän aiheuttamia vaurioita, jolloin puut ovat entistä alttiimpia kirjanpainajan hyökkäyksille. Näin ollen juurikäävän ja kirjanpainajan välinen vuorovaikutus voi korostua tulevaisuudessa, kun ilmasto lämpenee ja kuivuusjaksot lisääntyvät. Tämän takia metsänhoidon tulee olla adaptiivista ja ottaa huomioon muuttuvat olosuhteet.

Sekapuustoisuuden ja rakenteellisen monimuotoisuuden lisääminen, oikea-aikaiset hoitotoimenpiteet ja

kantokäsittely ovat kaikki keinoja, joilla voimme ylläpitää metsiemme terveyttä ja tuottavuutta tulevaisuudessa. Vaikka ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ovat kasvussa, oikeilla toimenpiteillä voimme vahvistaa metsiemme resilienssiä.

Kirjoittaja työskentelee väitöskirjatutkijana Luonnonvarakeskuksessa.

Lisätietoa:

Wahlman, W., Kasanen, R., Lappalainen, L., & Honkaniemi, J. (2025). Root rot increases the vulnerability of Norway spruce trees to *Ips typographus* infestation. *Forest Ecology and Management*, 577, 122409. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122409>

F

ettig, C. J., & Hilszczański, J. (2015). Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. In *Bark Beetles* (pp. 555–584). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00014-9>

Jakuš, R., Edwards-Jonášová, M., Cudlín, P., Blaženec, M., Ježík, M., Havlíček, F., & Moravec, I. (2011). Characteristics of Norway spruce trees (*Picea abies*) surviving a spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) outbreak. *Trees*, 25(6), 965–973. <https://doi.org/10.1007/s00468-011-0571-9>

Korolyova, N., Buechling, A., Ďuračiová, R., Zabihi, K., Turčáni, M., Svoboda, M., Bláha, J., Swarts, K., Poláček, M., Hradecký, J., Červenka, J., Němčák, P., Schlyter, F., & Jakuš, R. (2022). The Last Trees Standing: Climate modulates tree survival factors during a prolonged bark beetle outbreak in Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 322, 109025. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109025>

Müller, M. M., Sievänen, R., Beuker, E., Meesenburg, H., Kuuskeri, J., Hamberg, L., & Korhonen, K. (2014). Predicting the activity of *Heterobasidion parviporum* on Norway spruce in warming climate from its respiration rate at different temperatures. *Forest Pathology*, 44(4), 325–336. <https://doi.org/10.1111/efp.12104>

Hajutunnistus- koirien käyttö kir- janpainajan (*Ips* *typographus*) tunnistamisessa ja torjunnassa

Reetta Kangaslampi



Pro Gradu –tutkielmassa tutkittiin hajutunnistuskoirien käyttöä kirjanpainajan *Ips typographus* tunnistamisessa ja torjunnassa. Tavoitteena oli selvittää, voidaanko koulutettua hajutunnistuskoiraa käyttää tunnistamaan pieni kirjanpainajaryhmä laboratorio-olosuhteissa luotettavasti.

Tutkimuksen tavoite oli suorittaa kattava testausta menetelmän toimivuudesta laboratoriossa, sekä pienimuotoisesti maastossa. Tutkimus toteutettiin kouluttamalla kaksi hajutunnistuskoiraa tunnistamaan kirjanpainajat tyhjästä näytteistä, sekä häiriönäytteistä. Koirat koulutettiin positiivisella vahvistamisella, eli perustuen palkitsemiseen ruualla.

Kirjanpainaja (*Ips typographus* L.) on kaarnakuoriaisten alaheimoon kuuluva kuoriainen, joka on noin puolen senttimetrin mittainen. Sen arvioidaan olevan taloudellisesti merkittävin kuusta (*Picea abies*) tuhoava runkotuholainen



Hajutunnistuspurkki, jonka sisällä on kirjanpainajia.

niin Suomessa, kuin monessa muussakin maassa. Se lisääntyy tuulenkaadoissa sekä heikentyneissä pystyissa. Parveilun aikana kirjanpainajakoiraat tunkeutuvat kuusen kaarnan alle, houkutellessa feromoneillaan paikalle naaraita. Naaraat kaivavat kaarnan alle emokäytävän ja laskevat sinne munansa. Munista kuoriutuu toukkia, jotka syövät käytäviä puuhun ja lopulta koteloivat.


Kirjanpainajien hyökkäys aiheuttaa puussa nestevirtauksen katkaisemisen ja siten lopulta puun heikkemisen, usein kuoleman. Kirjanpainajat pystyvät leviämään heikentyneiden puiden avulla myös terveisiin puuyksilöihin, etenkin populaation ollessa erityisen suuri alueella.

Kirjanpainajien iskeymä on erittäin vaikea erottaa ihmissilmällä varhaisessa vaiheessa, ellei puun kuorta rikota

laajasti. Ihmisen tekemä tunnistus saattaa usein tapahtua niin myöhään, ettei puuta ehditä enää poistaa metsästä ennen kirjanpainajien leviämistä. Hajutunnistuskoiran käyttöä on esitetty yhtenä ratkaisuna etenkin varhaiseen tunnistamiseen, ja tässä Pro Gradussa perehdyttiinkin juuri siihen.

Mikä sitten on hajutunnistuskoina?

Hajutunnistuskoiralla tarkoitetaan koulutettua koiraa, jota käytetään tietyn hajuun tunnistamisessa ja merkitsemisessä. Hajutunnistuskoiria on käytetty vuosien varrella muun muassa pommien, ihmisten, huumeiden ja laittomien aineiden tunnistamiseen. Lisäksi hajutunnistuskoiria on hyödynnetty useiden eri hyönteislajien tunnistamisessa, eläinlajien



*Hajutunnistuskoina
Loitsu etsii kirjanpainajapiilaa puusta.*



Kuvassa Reetta Kangaslampi ja tutkimuksen työkoira Loitsu

ulosteiden paikantamisessa, ja muun muassa tuulivoimatuhojen kartoittamisessa.

Muuttuva ilmasto kasvattaa hyönteistuhoriskiä merkittävästi erityisesti Pohjois-Euroopassa, minkä vuoksi hajutunnistuskoirien käyttäminen hyönteistuholaisten tunnistamisessa on noussut 2020-luvun taitteessa erityisen vahvasti esiin. Johansson ym. osoittivat tutkimuksellaan Ruotsissa vuonna 2019, että hajutunnistuskoiria on mahdollista kouluttaa tunnistamaan kirjanpainajaiskeymää käyttäen kirjanpainajien synteettisiä feromoneja opetusvaiheessa. Tässä Pro Gradussa koirat kuitenkin koulutettiin haistamaan suoraan eläviä kirjanpainajakuoriaisia.

Tutkimukseen valittiin kaksi koiraa, jotka olivat tutkimuksen alkukhetkellä 2-vuotias uros ja 8-vuotias narttu. Koirat aloittivat harjoittelun nollassa, eli niillä ei ollut aiempaa osaamista aiheen

parissa. Koiria palkittiin erilaisilla ruokapalkoilla oikeista suorituksista, ja väärät suoritukset jätettiin huomioimatta. Tutkimuksessa koiria koulutettiin kolmen kuukauden ajan, jonka jälkeen niiden osaamista testattiin yhteensä sadan kokeen kautta. Kokeessa koiralle esiteltiin kymmenen vaihtoehtoa, joista yhdessä oli kirjanpainajakuoriaisia, ja muut olivat joko tyhjiä, tai niissä oli häiriöhajuja. Koiran piti valita kymmenestä hajutunnistuspurkista oikea, ja jättää huomioimatta muut.

Koirat tunnistivat kirjanpainat laboratorio-oloissa erittäin tarkasti

Tutkimus osoitti, että koulutettu hajutunnistuskoiria voi tunnistaa kirjanpainajaiskeymän kontrolloiduissa laboratorio-olosuhteissa 98 prosentin tarkkuudella. Tämä oli erittäin positiivinen löydös.

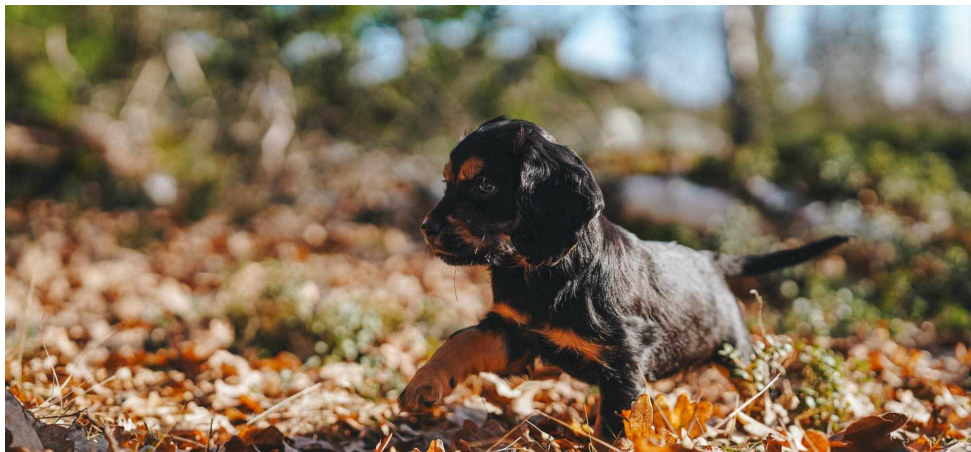
Tuloksesta voidaan päätellä, että hajutunnistuskoiran käyttö voi olla kustannustehokas ja ajankäytöllisesti toimiva tapa kartoittaa ja torjua bioottisia metsätuhoja myös Suomen olosuhteissa. Hajutunnistuskoiran käyttö on myös merkittävästi vähemmän invasiivinen kuin moni muu kartoitusmenetelmä puiden tuholaisten tunnistamisessa. Useiden eri hyönteislajien tunnistamista hajutunnistusmenetelmällä on tutkittu onnistuneesti niin laboratorio-olosuhteissa kuin maasto-olosuhteissakin myös kirjallisuudessa, ja niistäkin löytyy viitteitä menetelmän toimivuudesta.

Tulevaisuudessa tarvitaan laajoa maastokokeita menetelmän todentamiseksi ja eteenpäin viemiseksi. Olenkin

tällä hetkellä toteuttamassa väitöskirjatutkimusta aiheesta Itä-Suomen Yliopistolla, ja perehdyn hajutunnistuskoirien maailmaan seuraavan kolmen vuoden ajan. Pro Gradu oli loistava ensimmäinen askel aiheen pariin, mutta tutkittavaa on vielä paljon. Aihe on herättänyt paljon mielenkiintoa niin mediassa,

kuin metsäalan toimijoidenkin kesken, ja odotan innolla mihin se vielä johtaa. Tutkimukselle on myös hankittu oma työkoira, jonka koulutus kohti kirjanpajien maailmaa on jo alkanut.

Tämä Pro gradu -työ palkittiin Eeva Tapion stipendillä 2024.



Tuleva työkoira, käyttölinjainen cockerspanieli Ihme. Kuva: Hanna Karjalainen.



MÄTÄS-hankkeessa etsitään uusia ratkaisuja metsätaimien kasvinsuojeluun

Anna Poimala, Suvi Sutela & Eeva Terhonen

Keväällä 2024 käynnistynyt kolmivuotinen tutkimushanke Tulevaisuuden metsätaimituotanto: Innovatiiviset kasvinsuojeluratkaisut (MÄTÄS) pyrkii vahvistamaan metsätaimituotannon liiketoimintaedellytyksiä muuttuvassa ilmastossa kehittämällä uusia ei-kemiallisia kasvinsuojeluratkaisuja. Hanketta rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, ja sen toteutuksesta vastaa Luonnonvarakeskus.

Muutoksia metsätaimituotannossa

Ilmastonmuutoksen vaikutukset, kuten lisääntyvät kuivuusjaksot, rankkasateet ja pidentyvät kasvukaudet, voivat lisätä metsätaimia vaivaavien sienitautien, kuten surmakan (*Gremmeniella abietina*) ja harmaahomeen (*Botryotinia fuckeliana*), esiintymistä taimitarhoilla. Myös uusien taudinaiheuttajien, kuten havuparikkaan (*Diplodia sapinea*), leviäminen taimitarhoille on yhä todennäköisempää. Havuparikkaan aiheuttamat tuhot havaittiin Lounais-Suomen

männiköissä ensimmäisen kerran vuonna 2021, ja tuhojen arvioidaan leviävän edelleen tulevaisuudessa, erityisesti kuivuuden lisääntyessä (Terhonen ym. 2024).

Lisäksi Euroopan komission Pellolta pöytään -strategia, joka tähtää kemiallisten torjunta-aineiden käytön puolittamiseen vuoteen 2030 mennessä, asettaa taimituotannolle uusia haasteita. Vaikka taimituotannon torjunta-aineiden käyttö on vähäisempää kuin maataloudessa, käytettävissä olevien kasvinsuojeluaineiden hiljattainen poistuminen markkinoilta vaikeuttaa merkittävästi metsäpuiden taimien suojaamista tärkeimmiltä kasvinterveysuhkilta.

MÄTÄS-hanke etsii innovatiivisia tapoja vastata näihin haasteisiin hyödyntämällä RNA-interferenssiin perustuvaa RNA-ruiskutetta, *Trichoderma*-sienivalmisteita sekä kasvihormoni- ja terpeenikäsittelyjä.

Tehokasta kasvinsuojelua luonnollisin menetelmin?

RNAi-ruiskute perustuu kasvien luonnolliseen puolustusmekanismiin, jossa pienet RNA-molekyylit hiljentävät patogeenisten sienten geenien toimintaa. Tämä mekanismi estää kasvitaudinaiheuttajien, kuten virusten, sienien tai hyönteisten, lisääntymistä ja leviämistä ilman haittavaikutuksia kasvin omiin toimintoihin (Bocos Asenjo ym. 2023). Hankkeessa pyritään tunnistamaan havuparikkaasta, harmaahomeesta ja surmakasta sopivia geenejä ja testaamaan laboratorioissa kaksoisjuosteista RNA:ta patogeenien kasvun ja virulenssin häirit-

semiseksi.

Myös kasvihormoneja, kuten salisylihappoa (SA), jasmonihappoa (JA) ja etyleeniä (ET) voidaan käyttää ruiskutteena parantamaan kasvien luonnollista vastustuskykyä taudinaiheuttajia ja tuholaisia vastaan sekä säätelemään kasvien kasvua, jolloin ne kestävät paremmin stressitekijöitä (Sampedro-Guerrero ym. 2023).

Lisäksi myös kasvien sekundäärimetaboliitteihin kuuluvat terpeenit tarjoavat lupaavia vaihtoehtoja kasvinsuojeluun. Luken aiemmassa tutkimuksessa terpeenit olivat yhtä tehokkaita kuin synteettiset torjunta-aineet patogeenisten kasvien estämisessä ja osoittautuivat joissakin tapauksissa, erityisesti *Phytophthora*-lajeja vastaan, jopa tehokkaamiksi (Adamczyk ym. 2023).

Mätäs-hankkeessa tutkitaan sekä kasvihormonien (SA, JA, ET) että terpeenien potentiaalia erityisesti koivun laikkutautien, kuten levälaikun (*Phytophthora cactorum*) ja versolaikkujen (*Discula betulina*-sieni), torjuntaan. Näiden tautien aiheuttamat vauriot heikentävät koivun taimien kasvua tarhoilla ja voivat johtaa niiden hylkäämiseen.

Lisäksi *Trichoderma*-sienet tarjoavat lupaavan vaihtoehdon patogeenisten sienten torjuntaan. Nämä sienet paitsi estävät patogeenien kasvua, myös parantavat taimien immuunivastetta ja ravinteiden saantia (Yao ym. 2023).

Ruotsissa kehitetty *Trichoderma*-pohjainen kasvinsuojeluaine (Binab TF WP) on osoittautunut tehokkaaksi, ja Suomessa Luonnonvarakeskus on havainnut vastaavia tuloksia harmaahomeen torjunnassa. MÄTÄS-hankkeessa

kerätään kotimainen *Trichoderma*-sienten kantakokoelma ja tutkitaan näiden sienten tehoa yleisimpiä taudinaiheuttajia, kuten surmakkaa, harmaahometta ja havuparikasta vastaan laboratorio-olosuhteissa.

Lisätietoa ja hankkeen ajankohtaisia tapahtumia projektin kotisivuilla <https://www.luke.fi/fi/projektit/matasa>

Kirjoittajat työstekentelevät Luonnonvarakeskuksessa Metsien terveys ja biodiversiteetti -ryhmässä.

Lisätietoa aiheesta

Adamczyk S, Latvala S, Poimala A ym. (2023). Diterpenes and triterpenes have potential to act as biocides against pathogenic fungi and oomycetes – a screening study. *Biotechnology letters* 45: 1555-1563.

Bocos Asenjo IT, Amin H, Mosquera S ym. (2024). Spray-induced gene silencing (SIGS) as a tool for the management of Pine Pitch Canker forest disease. *Plant Disease*. doi:10.1094/PDIS-02-24-0286-RE

Sampedro-Guerrero J, Vives-Peris V, Gomez-Cadenas A ym. (2023). Efficient strategies for controlled release of nano-encapsulated phytohormones to improve plant stress tolerance. *Plant Methods* 19:47.

Terhonen E, Ylioja T, Sutela S. (2024). Havuparikas (*Diplodia sapinea*) Suomessa: nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät. Julkaisussa: Ylioja, T. & Sutela, S. (toim.). *Metsätuhot vuonna 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 34/2024*. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 64–68. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-906-2>

Yao X, Guo H, Zhang K ym. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology* 14:1160551.