

Sanna Välimäki, Tiina Ylioja ja Kari Heliövaara

# Metsien syntyhistorian ja hoitomenetelmien vaikutukset loispistiäisten monimuotoisuuteen Koillis-Kiinassa

## Siperianmäntykehrääjä aiheuttaa metsätuhoa Kiinassa

**K**iinalle metsät ovat arvokas kansallinen resurssi, joka tuottaa raaka-ainetta metsäteollisuudelle, suojelee herkkiä valuma-alueita tulvilta ja tuottaa paikallistasolla monille ihmisille elinkeinon. Siitä huolimatta ihmisen toiminta on monella alueella alentanut metsien tuottavuutta ja aiheuttanut metsäkatoa. Metsiä on uudistettu vain yhdellä puulajilla, jolloin monimuotoisuus on vähentynyt. Viimeisten vuosikymmenien aikana niin metsäpalot kuin hyönteisten massaesiintymätkin ovat laajalti kuluttaneet metsiä. Yhden puulajin istutusmetsät voivat olla alttiimpia hyönteisten massaesiintymille kuin monimuotoisemmat luonnonmetsät.

Sisä-Mongoliassa yksi massaesiintymiä aiheuttavista hyönteisistä on siperianmäntykehrääjä, *Dendrolimus superans* (Butler). Perhonen kuuluu karvakehrääjiin ja toukat ovat karvakehrääjien tapaan suuria, noin 10 cm pitkiä ja karvaisia. Lajin luontainen esiintymisalue ulottuu Japanin, Korean ja Kiinan kautta Venäjän Siperiaan asti. Siperianmäntykehrääjän toukat syövät usean eri lehtikuusi- ja mäntylajin neulasia. Perhosen massaesiintymän aikana samassa puussa voi olla tuhansia toukkia, jotka syövät puun lehdettömäksi useana peräkkäisenä vuonna. Tämän seurauksena puut heikentyvät ja saattavat kuolla. Sisä-Mongoliassa vuosina 2002–2004 siperianmäntykehrääjän massaesiintymä kattoi

yli 120 000 hehtaaria, ja pystyyn kuollutta metsää jouduttiin kaatamaan monin paikoin tuhansia hehtaareja (kuva 1).

Koillis-Kiinassa on hyönteiseesiintymien yhteydessä käytäntönä kaataa vain pystyyn kuollutta puuta eikä käyttää ennakoivia hakkuita (engl. salvage logging), kuten Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Ennakoivilla hakkuilla pyritään estämään hyönteisten leviäminen terveisiin metsiin. Koillis-Kiinan lehtikuusimetsiin jää paljon elävää, mutta siperianmäntykehrääjän heikentämää puuainesta. Heikentyneet puut toimivat lisääntymispaikkana puussa eläville kovakuoriaisille, kuten kaarnakuoriaisille ja sarvijäärille (kuva 2), joiden määrät voivat lisääntyä räjähdysmäisesti. Jo ennestään heikentyneet puut kuolevat helposti näiden seuraustuholaisten populaatioiden kasvaessa riittävän suuriksi.

Koillis-Kiinassa hyönteisten massaesiintymiä pyritään taltuttamaan levittämällä lentoruiskutuksen erilaisia pestisidejä. Lentoruiskutuksia perustellaan sillä, että ne koetaan suhteellisen halvoiksi, ne voidaan ulottaa laajoille alueille ja niiden teho kohteena olevaa tuholaista vastaan on pääosin todettu hyväksi. Lentoruiskutuksen haittana on kaukolevintä alueille, joilla niitä ei ole tarkoitus käyttää. Näin ne voivat uhata ihmisten terveyden lisäksi myös herkkiä ekosysteemejä, sillä yleispestisidien vaikutusten kohteeksi joutuvat kaikki eliöt, eivät vain tuohyönteiset. Maatalousekosysteemeissä pestisidien käytön on todettu vähentävän luontaisten vihollisten, kuten



**Kuva 1.** Siperianmäntykehrääjän massaesiintymän jäljiltä kaadettua lehtikuusimetsää Sisä-Mongoliassa.



**Kuva 2.** Sarvijäärä idänräätäli (vas.), ja kaarnakuoriainen *Ips subelongatus* (oik.) ovat tyypillisiä kovakuoriaisia, jotka elävät heikentyneissä puissa sekundaarihyönteisinä.

loispistiäisten, määrää. Luontaiset viholliset vaikuttavat suuresti tuholaishyönteisten populaatiotiheyksiin muiden biottisten, kuten ravinnon laadun ja määrän, sekä abioottisten tekijöiden, kuten sääolojen lisäksi. Siperianmäntykehrääjän kannanvaihtelujen

syitä ei perusteellisesti tunneta, mutta esimerkiksi siperianmäntykehrääjän munaloisten on todettu merkittävästi vähentävän isäntänsä populaatiotiheyksiä. Vaikka seuraustuholaisten runsastuminen on yhteydessä heikentyneiden puiden tarjoamaan lisäänty-

neeseen resurssiin, niin loispistiäisillä on roolinsa myös niiden biologiassa. Loispistiäisten laji- ja yksilömäärien tutkiminen eri tavoin käsitellyissä metsissä auttaa valottamaan loispistiäisten herkkyyttä elinympäristössä tapahtuviin muutoksiin ja epäsuorasti alueen kykyyn kestää tuhoja. Tämä artikkeli perustuu Sanna Välimäen väitöskirjatyöhön, jossa tutkitaan kovakuoriais- ja loispistiäispopulaatioiden monimuotoisuutta siperianmäntykehrääjän massaesiintymän vaikuttamilla alueilla. Näin alueesta saamamme kokonaiskuva tarkentuu ja pystymme paremmin arvioimaan loisten merkitystä tuhohyönteisten kannanvaihtelujen taustalla.

### Loispistiäisten elintavoista tiedetään vähän

Ichneumonidae-heimon loispistiäisten ryhmä on yksi runsaslajisimmista pistiäisten heimoista. Heimoon kuuluu sekä siperianmäntykehrääjän että lajin seuraustuholaisten eli puussa elävien kovakuoriaisten loisia. Ichneumonidae-loispistiäisten ryhmässä lajit *Habronyx heros*, *Hyposoter takagii*, *Coccygomimus instigator*, *Casinaria nigripes* ja *Hyposoter validus* loisivat siperianmäntykehrääjää. Erityisesti Rhyssinae, Pimplinae ja Xoridinae alaheimojen lajit ovat erikoistuneet loisimaan puussa eläviä kovakuoriaisten toukkia. Rhyssinae- ja Xoridinae-loispistiäiset ovat idiobiontteja ektoparasiitteja, mikä tarkoittaa sitä, että niiden toukat kehittyvät loisitun isännän ulkopuolella. Loisinin jälkeen isäntä ei enää kasva ja kehity, joten toukkien resurssit ovat rajalliset. Aikuiset Rhyssinae-naaraat ovat erikoistuneet munimaan isäntiin, jotka elävät toukkina puun sisällä. Sen sijaan Xoridinae-naaraat loisivat isäntänsä joko toukka-, kotelo- tai aikuisvaiheessa. Pimplinae-alaheimon edustajilla on laajin elintapojen kirjo. Ne käyttävät isäntinään hyvin erilaisia hyönteisiä, niin perhosia kuin kovakuoriaisiakin.

Loispistiäisten isäntäsuhteista tiedetään niiden suuren kokonaislajimäärän huomioon ottaen hyvin vähän. Ongelma on, että lajintunnistus on useissa tutkimuksissa virheellinen joko loisen tai isännän kohdalla, ja pahimmassa tapauksessa molempien määrittäminen on epävarma. Tämän vuoksi kirjallisuustietoihin on suhtauduttava varauksella. Lisäksi on huomioitava tunnistuskaava, jonka mukaan lajintunnistus on tehty, ja onko lajinmäärittämisen varmistamiseen käytetty

maailman museoista saatavia tyyppiyksilöitä. Harhaa tutkimuksiin aiheutuu myös siitä, että useissa tutkimuksissa kerätään aineistoa tietyltä alueelta, jolloin useista lajeista pystytään sanomaan vain sen tunnettu esiintymispaikka. Uusia lajeja löydetään vuosittain runsaasti, mutta niiden elintavoista ei edelleenkään tiedetä paljoa. Ainoa varma keino saada tietoa loispistiäisten isäntäsuhteista on kasvattaa niiden isäntiä, eli kerätä munia, toukkia ja kotelaita, ja katsoa mitä loispistiäisiä niistä aikuistuu. Puussa elävien kovakuoriaisten loisien kasvatus on vielä oma lukunsa ja käytännössä erittäin haastavaa. Isännän lajista puun sisällä pitäisi ensin varmistua häiritsemättä yksilönkehitystä, sekä varmistua siitä, ettei puussa elä muita hyönteisiä. Suurimpienkin sarvijäärien kasvattaminen on haastavaa ja monessa lähteessä todetaan, että loispistiäis-suhteet ovat epävarmoja.

### Tutkimusalueena Sisä-Mongolian syrjäinen metsäseutu Kiinan ja Mongolian rajalla

Väitöstutkimuksen aineisto on kerätty syrjäisellä metsäseudulla Sisä-Mongolian autonomisella alueella Koillis-Kiinassa, jossa metsät muodostavat boreaalisen metsäalueen eteläisimmän reunan. Alue on vanhaa vuoristoseutua, jossa korkeus merenpinnasta vaihtelee 1000 ja 1600 metrin välillä. Alueella on sekä luontaisesti uudistuneita että istutettuja lehtikuusimetsiä, joiden pääpuulaji on dahurianlehtikuusi, *Larix gmelinii* Rupr., jota luontaisesti uudistuneissa metsissä täydentää sekapuuna koivu, *Betula platyphylla* Sukachev ja satunnaisesti haapa, *Populus koreana* Rehder. Syrjäisen sijaintinsa vuoksi aluetta on tutkittu vähän. Japanilaismiehityksen aikoihin 1930–1940 luvuilla alueelta kaadettiin metsää laajoilta alueilta. Miehityksen päättymisen jälkeen metsiä ei hoidettu lainkaan ja ne uudistuivat luontaisesti. Nuorimmat luontaisesti uudistuneet metsät ovat nykyisin 30-vuotiaita. Nämä metsät on suojeltu hakkuilta, mutta niistä kerätään polttopuuta ja karja laiduntaa vapaasti metsissä. Kiinan Kansantasavalta aloitti suuret metsitysohjelmat 1960-luvulla, jolloin myös Sisä-Mongolian seutua alettiin metsittää. Vanhimmat istutusmetsät ovat näiltä ajoilta, ja niissä on tehty harvennushakkuita. Hyönteisten massaesiintymien aikana istutusmetsiä on ruiskutettu pestisidein.





**Kuva 3.** Ikkunapyydyksen ristikkäisiin läpinäkyviin muoviseiniin törmätessään hyönteiset putoavat vatiin, josta ne kerätään talteen.

Halusimme selvittää onko metsien historialla ja eri metsänhoitomenetelmillä vaikutusta kovakuoriaisten ja loispistiäisten monimuotoisuuteen. Tutkimuksessa vertailemme luontaisesti uudistuneiden metsien lisäksi istutettuja yhden puulajin lehtikuusimetsiköitä, joista osa on ruiskutettu kahdella eri yleispestisidillä siperianmäntykehräjän massaesiintymän taltuttamiseksi vuosina 2003 ja 2004, ja osa ei. Tämän jälkeen siperianmäntykehräjän massaesiintymä on hiipunut. Molempien Sisä-Mongoliassa käytettyjen pestisidien tiedetään olevan vahingollisia kaikille hyönteislahkoille, myös pistiäisille ja kovakuoriaisille. Tutkimamme luontaisesti uudistuneet metsiköt ovat iältään 32–38-vuotiaita ja istutusmetsät 18–20-vuotiaita. Ensiksi mainituissa lehtikuusipuusto on jonkin verran järeämpää ( $d_{1,3\text{ m}}$  23–27 cm) kuin nuoremmassa istutusmetsissä ( $d_{1,3\text{ m}}$  11–14 cm). Hyönteisaineisto kerättiin kesällä 2008 käyttäen vati-ikkunapyydyksiä (kuva 3). Kovakuoriaisten lajimääritykset ovat edelleen kesken, mutta Ichneumonidae-loispistiäiset on tunnistettu lajilleen Turun yliopistossa. Joidenkin

yksilöiden kohdalla tunnistaminen omaksi lajikseen tapahtui morfologisten eroavaisuuksien avulla, jolloin lajiston monimuotoisuus saatiin määritettyä vaikka kaikkia näytteitä ei voitu nimetä.

### Luontaisesti uudistuneesta metsästä löytyi suurin lajimäärä

Suurin osa massaesiintymäalueiden tutkimuksista on tehty massaesiintymän aikana. Käyttämämme aineisto on kerätty neljä vuotta viimeisen massaesiintymisen päättymisen jälkeen, joka mahdollistaa monimuotoisuuden tutkimisen siinä vaiheessa, kun metsät jo toipuvat tuhojen vaikutuksesta. Kolmen kuukauden keräysajalta Ichneumonidae-loispistiäisiä pystyttiin tunnistamaan 975 yksilöä. Kerättyjen yksilöiden kokonaismäärä oli suurempi, mutta joiltain yksilöiltä puuttui tunnistamiseen tarvittavia ruumiinosia, kuten esimerkiksi pää, takaruumis tai tuntosarvet. Alustavien tulosten mukaan alueelta löydettiin yhteensä 52 eri Ichneumonidae-loispistiäisten sukua ja 88 lajia. Useiden löytynneiden lajien on raportoitu loisivan siperianmäntykehräjän sisarlajia, Euroopasta Aasiaan tavattavaa mäntykehräjää (*Dendrolimus pini* L.). Voimme arvioida, että löytämämme loispistiäiset voisivat käyttää isäntinä myös muita *Dendrolimus*-suvun lajeja, kuten siperianmäntykehräjää. Lisäksi lajistosta löytyi runsaasti myös puussa eläviä kovakuoriaisia isäntinä käyttäviä loispistiäisiä.

Yksilömäärät olivat suurimpia luontaisesti uudistuneilla tutkimusalueilla, mutta yllättäen yksilömäärä oli samansuuruinen pestisideillä ruiskutetuissa istutusmetsissä. Ruiskuttamattomassa istutusmetsässä sen sijaan yksilömäärä oli yli kolme kertaa pienempi. Lajimäärältään monimuotoisimmaksi osoittautui luontaisesti uudistunut metsä. Tämä voi johtua osittain siitä, että kasvillisuus on monimuotoisempaa, jolloin myös kasvillisuutta ravintonaan käyttäviä, loispistiäisille potentiaalisia isäntälajeja on enemmän. Joidenkin loispistiäisten selviytymisen kannalta oleellista voi olla niiden aikuisaikana ravintonaan käyttämä mesi ja siitepöly, jota istutusmetsien yksipuolisempi kasvillisuus ei välttämättä pysty tarjoamaan. Pestisideillä ruiskutetuissa ja ruiskuttamattomissa istutusmetsissä ei lajimäärässä havaittu eroa.

Seuraavassa väitöskirjatyön vaiheessa tarkastellaan havaittujen erojen syitä, löytyneitä lajeja ja niiden tunnettua biologiaa, kuten erikoistumisastetta tarkemmin. Löytyneiden lajien tiedettyjä isäntäsuhteita ja tähän mennessä tunnettuja esiintymisalueita tulee kuitenkin tarkastella kriittisesti. Lisäksi eri metsiköille voidaan laskea lajimääriä ja lajien suhteellisia runsauksia kuvaavat diversiteetti-indeksit, jolloin voidaan paremmin tutkia alueellisia ja metsikkötyyppien välisiä eroja. Kun kovakuoriaisten lajimääritys valmistuu, voimme vielä verrata esimerkiksi sekundaarikovakuoriaisten määrää loispistiäisten määrään.

### Kirjallisuus

- Cheng, H. (toim.). 1990. The handbook of natural resources in China. Science Press, Beijing, China. 340 s.
- Fitton, M.G., Shaw, M.R. & Gauld, I.D. 1988. Pimpline Ichneumon-flies: Hymenoptera, Ichneumonidae (Pimplinae). Royal Entomological Society of London Handbook 7(1). 110 s.
- Furlong, M.J., Shi, Z., Liu, Y., Guo, S., Lu, Y., Liu, S. & Zalucki, M.P. 2004. Experimental analysis of the influence of pest management practice on the efficacy of an endemic arthropod natural enemy complex of the diamondback moth. *Journal of Economic Entomology* 97: 1814–1827.
- Kenis, M. & Hilszczanski, J. 2004. Natural enemies of Cerambycidae and Buprestidae infesting living trees. Julkaisussa: Lieutier, F. (toim.). Bark and wood boring insects in living trees in Europe: a synthesis. Kluwer Academic Publishers, Boston. s. 569.
- Yang, Z. & Gu, Y. 1995. Egg parasitic wasps of larch caterpillar in Daxinganling Mts. with description of a new species. *Scientia Silvae Sinicae* 31: 223–232.

■ MMM Sanna Välimäki, prof. Kari Heliövaara, Helsingin yliopisto, metsätieteiden laitos; MMT Tiina Ylioja, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimipaikka  
Sähköposti [sanna.valimaki@helsinki.fi](mailto:sanna.valimaki@helsinki.fi)