

Saska Lohi

Pohjois-Amerikan lepakkokato ja *White Nose* -syndrooma

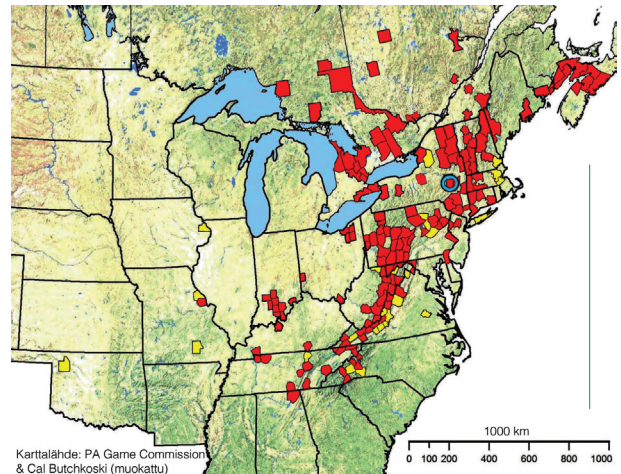
Lähtölaskenta sukupuuttoon?

Pohjois-Amerikan lepakkotutkijoita on viime vuosina kalvanut huoli mantereen horrostavien lepakoiden tulevaisuudesta. Salaperäinen sienitauti on tappanut jo miljoonia lepakoita eikä parannuskeinoa ole löytynyt. Tauti leviää nopeasti ja ennalta arvaamattomasti uhaten paikoin vuosikymmenten suojelutyön tuloksia. Taudin vuoksi monet kaivokset sekä luolat ovat nykyään yleisöltä suljettuja ja niiden suuaukot kieltokyltein varustettuja, minkä tarkoituksena on estää taudin leviäminen ihmisen välityksellä. Mutta mikä tämän joukkokuolemien aallon sitten aiheuttaa?

Vuonna 2006 New Yorkin osavaltiosta löytyi eräästä luolasta lepakko, jolla oli valkoista sienirihmasto kuonossa ja korvissa. Vuonna 2009 US Fish & Wildlife Service arvioi, että tähän uuteen outoon tautiin oli kuollut jo miljoona lepakkoa. Vuonna 2012 arvioitiin, että tautiin kuolleita lepakoita oli jo kuusi miljoonaa. Kuolemien aiheuttajaksi on paljastunut sieni, joka aiheuttaa lepakoilla *White Nose*-syndroomaksi (WNS) kutsutun oireyhtymän. Taudin esiintymisen alkuvuosina tartunnan saaneiden lepakoiden talvuluolissa tautiin kuoli keskimäärin 73% lepakoista – joissain luolissa jopa kaikki – mikä kuvaa hyvin taudin ankaruutta ja sen mahdollisia vaikutuksia lepakoiden paikalliskantoihin.

Tälle joukkokuolemia aiheuttaneelle sienelle annettiin sen tuhovoimaa hyvin kuvaava nimi *Geomyces destructans*, ja tämän jälkeen tiedemiehet ryhtyivät selvittämään sienen alkuperää ja levinneisyyttä. Vuonna 2011 julkaistussa mittavassa seurantatutkimuksessa sienin havaittiin esiintyvän

laajalti Euroopassakin, missä sen ei tiedetä aiheuttaneen joukkokuolemia. Merkille pantavaa kuitenkin on, että valokuvia lepakoista, joilla oli *Geomyces destructans* -sienen viittaavaa rihmasto, julkaistiin jo 1980-luvulla Saksassa ja 1990-luvulla Tšekin tasavallassa. Vasta Yhdysvaltojen joukkokuolemien jälkeen asiaa ryhdyttiin tutkimaan Euroopassakin. Jo kahdessatoista Euroopan maassa on havaittu tämän sienin aiheuttama *White Nose* -syndrooma, muttei ainuttakaan sen aiheuttamaa lepakoiden joukkokuolemaa ole havaittu. Suomea lähinnä sienitautia on havaittu Virossa.



Kuva 1. Taudin levinneisyysalue elokuussa 2012 Pohjois-Amerikan koillisosissa. Vuoden 2006 havainto merkitty pyöröllällä järvien itäpuolelle. Punaiset alueet: viranomaisten vahvistamat tautihavainnot; Keltaiset alueet: vahvistamattomat tautihavainnot.

Sienen levinneisyys Euroopassa on varsin laaja, millä perusteella voidaan olettaa sen esiintyneen Euroopassa jo vuosia joukkokuolemia aiheuttamatta. Yhdysvalloissa tuhoa aiheuttavan sienien alkuperästä onkin tämän vuoksi kaksi teoriaa. Toisen mukaan sieni olisi endeeminen sekä Euroopassa että Yhdysvalloissa, mutta yhdysvaltalainen kanta olisi jostain tuntemattomasta syystä kehittynyt pahanlaatuisemmaksi, ja sen vuoksi muuttunut lepakoille kohtalokkaammaksi. Toisen teorian mukaan sieni olisi siirtynyt Euroopasta Yhdysvaltoihin jossain vaiheessa 2000-lukua. Koska yhdysvaltalaiset lepakot eivät ole rinnakkaisevoluution puutteen vuoksi vastustuskykyisiä sienelle, se olisi vieraslajipatogeeninä äärimmäisen tuhoisa.

Vieraslajiteoria sai tukea vuonna 2012, kun yhdysvaltalaisia lepakoita altistettiin sienien sekä yhdysvaltalaiselle että eurooppalaiselle kannalle. Tutkimuksessa sienten vaikutukset lepakoihin olivat samanlaiset, joten yhdysvaltalaisen kannan pahemmasta taudinaiheuttamiskyvystä ei saatu näyttöä. Päinvastoin eurooppalainen sieni oli jopa tuhoisampi lepakoille kuin yhdysvaltalainen. Ikävä kyllä eurooppalaisilla lepakoilla vastaavanlaista tutkimusta ei ole tehty, joten ei ole saatu selville, mikä on niiden paremman vastustuskyvyn takana.

Viileässä viihtyvä patogeeni

Geomyces-sukuun kuuluu vain viisi eri lajia, ja suvun edustajia elää joka mantereella. Tunnetut lajit ovat tavallisia temperaattisilla ja pohjoisilla alueilla. Lajeja on tavattu esimerkiksi vehnäpelloissa Euroopassa, arktisessa ikeroudassa sekä Antarktiksella. *Geomyces*-lajit voivat olla myös laajalle levinneitä meriekosysteemeissä, ja niiden tiedetään kestävän suolaisia oloja. Kyseessä on siis todella sopeutuvainen sienisuku, jonka edustajilla on potentiaalia levitä laajalle.

Geomyces destructans -sieni on sopeutunut elämään kylmissä ja viileissä olosuhteissa kuten juuri lepakoiden käyttämissä talvehtimisluolissa. Tutkimuksissa on havaittu, että sieni voi kasvaa jo +3 asteen lämpötilassa, mutta optimaalinen kasvulämpötila on 12–16 °C. Sienen kasvu pysähtyy, kun lämpötila on yli 20 °C. Lepakoiden talviluolien lämpötila vaihtelee vuoden mittaan tavallisesti 2–14 asteen



Kuva 2. Infektoitunut pikkuruskosiippa. Huomaa taudille tunnusomaiset sienirihmastot kuonossa, korvissa ja siivissä. Kuvalähde: USGS, Al Hicks

välillä, joten sieni voi niissä lämpötilan puolesta elää ympärivuotisesti. Yhdysvalloissa pikkuruskosiipat (*Myotis lucifugus*) horrostavat keskimäärin noin 7-asteisissa luolissa. Horrostavan lepakon ruumiinlämpö on yleensä lähellä luolan ilman lämpötilaa, joten horrostavien lepakoiden ruumiinlämpö on hieinan sienien optimaalisen kasvulämpötila-alueen alapuolella, mutta sienien kasvu kuitenkin suotuisa.

Sieni infektoi lepakot niiden talvihorrokseen aikana, ja infektoituneita lepakoita löydetäänkin eniten keväällä, helmi–toukokuussa. Sienen ja tautitapausten esiintyminen yleistyy talven mittaan, ja huippu saavutetaan yleensä maaliskuussa. Laboratorioolosuhteissa yhdysvaltalaisia lepakoita alkoi kuolla tautiin 70–90 vuorokauden kuluttua horrokseen alkamisesta. Pohjoisimmilla levinneisyysalueillaan esimerkiksi pikkuruskosiipat horrostavat jopa 190 vuorokautta, joten taudilla on runsaasti aikaa kehittyä. Visuaalisena taudin oireena on valkoinen sienirihmasto, joka peittää lepakon karvattomat ruumiinosat, eli naaman, korvat, kuonon, siivet tai ne kaikki. Infektio aiheuttaa kuitenkin myös mikroskooppisia vaurioita sienien tunkeutuessa kudoksiin.

Sieni näyttäisi erityisesti vahingoittavan lepakoiden siipiä, jotka ovat lepakon elimistön toiminnallisen tasapainon kannalta äärimmäisen tärkeitä. Siivet ovat lepakon ruumiin suurin paljaan ihon alue. Sieni aiheuttaa siipiin rakenteellisia muutoksia, ja sienien



Kuva 3. Terveitä pikkuruskosiippoja horroksessa. Kuvalähde: Alexis Sullivan

pahasti vaurioittamat siivet repeytyvät helposti, menettävät elastisuutensa ja vetolujuutensa sekä muistuttavat rypistettyä nenäliinaa. Mikroskooppi paljastaa, että ihon epidermissä on kulumia ja vaurioita, jotka ovat täynnä sienirihmastoja. Syvästi siipeen tunkeutuessaan *G. destructans* vaurioittaa kudoksia, veri- ja imusuonistoa, muita rauhasia sekä lihaksistoa. Sienen eteneminen voi myös aiheuttaa verenkiertohäiriön johonkin siiven osaan, jolloin muuhun siiven osaan tulee kuolio hapenpuutteen takia.

Taudista voi parantua

Lepakon kannalta tilanne ei kuitenkaan välttämättä aina ole niin synkkä kuin miltä näyttää, sillä horroksesta heräävän lepakon immuunipuolustus kytkeytyy päälle ja reagoi patogeneeniin. Lepakon ruumiinlämpö myös nousee korkeammalle kuin sienien lämmönsieto on, ja se yhdessä immuunivasteen heräämisen kanssa näyttää riittävältä siihen, että lepakot voivat parantua infektiosta. Eräässä tutkimuksessa infektoituneelle lepakoryhmälle tarjottiin horroksesta heräämisen jälkeen hoitoa – lämpöä, ravintoa ja vettä. Suurin osa tutkituista lepakoina parantui, mikä näyttäisi viittaavan siihen, että näin voisi tapahtua myös luonnossa.

Vaikka parantuneilta lepakoina puuttuvat infektiomerkit, niiden ruumiiseen on silti saattanut jäädä

sienen itiöitä tai rihmaston jäänteitä. Jos ne ovat elinvoimaisia, lepakko sairastuu uudestaan seuraavana talvena, kun olosuhteet ovat taas sienelle otolliset. Tauti myös tarttuu muihin lepakoihin. Tämä voikin olla yksi taudin leviämisyhteyksiä. Tiedetään, että lepakot eivät ole uskollisia talviluolilleen, vaan ne saattavat talvehtia eri talvina eri luolissa. Tällöin yhdestä luolasta parantuneena mutta infektoituneena selviytynyt lepakko voisi kuljettaa sienet toiseen luolaan.

Lepakoista suuret hyödyt maataloudelle ja ehkä metsätaloudellekin

Lepakoiden tuottamien ekosysteemipalveluiden arvon Yhdysvaltain maataloudelle on laskettu olevan vuosittain keskimäärin 22,9 miljardia dollaria. Lepakot auttavat maataloutta erityisesti syömällä tuhohyönteisiä. Onkin laskettu, että yksi 150 yksilön kokoinen *Eptesicus fuscus* -lajin populaatio voi syödä 1,3 miljoonaa tuhohyönteistä vuosittain, mikä aiheuttaa häiriöitä näiden tuholaislajien ekologiaan ja niiden kantojen kokoihin. On myös tutkittu, että yksi pikkuruskosiippa syö 4–8 grammaa hyönteisiä joka yö saalistusaikaan. Miljoona *Geomyces destructans* -tuhosienen tappamaa lepakkoa tarkoittaa siten 660–1320 tonnia syömättä jääneitä tuhohyönteisiä. Ne taas aiheuttavat vakavia kasvituhonhoja ja vaativat käyttämään entistä paljon suurempia määriä hyönteismyrkkyjä.

Texasissa lepakoiden tuhohyönteissaalustus tuottaa keskimäärin noin 185 dollarin säästöt maatalouskäytössä olevalta hehtaarilta. Näihin säästöihin lasketaan hyönteismyrkkyjen käytön vähäisempi tarve verrattuna lepakottomaan tilanteeseen. Lepakoiden saalistus vaikuttaa myös siihen, etteivät hyönteiset myrkkujen vähäisemmän käytön takia tule niin helposti vastustuskykyisiksi myrkyille, mikä edelleen vähentää tulevaa hyönteismyrkkyjen käytön tarvetta. Lepakkokato aiheuttaa hyönteismyrkkyjen käytön lisääntymistä ja sillä taas on väistämättä vaikutuksia muuhun ympäristöön sekä ihmisiin. Jos *Geomyces destructans* -sienen aiheuttamat lepakoiden joukko-kuolemat jatkuvat Pohjois-Amerikassa, odotettavissa on merkittäviä taloudellisia tappioita lähivuosina. Lepakot vaikuttavat myös metsissä eläviin hyönteisiin ja vähentävät metsäkasveihin kohdistuvaa hyön-

teisten herbivoriaa. Lepakoiden taloudellista vaikutusta metsänkasvatukseen ei kuitenkaan ole tutkittu.

Tilanne Suomessa

Suomessa lepakot ovat rauhoitettuja. Lepakoiden talvikartoituksissa työskenteleviä on ohjeistettu etsimään WNS-taudin tuntomerkkejä. Talven 2012–2013 kartoituksissa on kerätty näyttöä, joista laboratoriossa kasvatetaan sienä. Lepakointa tutkitaan täällä esimerkiksi Helsingin ja Turun yliopistoissa.

Monet lepakot muuttavat pitkiä matkoja, joten tauti voisi mahdollisesti levitä Suomeen muuttavien lepakoiden mukana. On arveltu, että eräät Suomessa esiintyvistä lepakoista muuttavat talvehtimaan jopa Etelä-Eurooppaan asti. Tutkimusta kuitenkin tarvitaan, koska lepakoiden levinneisyysalueet Suomessa eivät ole vielä selvillä. Suomen lepakkotutkimus onkin ollut Euroopan tutkimusta jäljessä aivan viime vuosiin saakka. Lepakkoaiheinen väitöskirja kuitenkin julkaistiin vihdoinkin vuonna 2010, 45 vuotta edellisen jälkeen. Suomessa lepakoiden tuntemus ja tiedot muun muassa niiden muuttoreiteistä käytännössä vaikuttavat esimerkiksi tuulivoimapuistojen sijoittamiseen. Tuulivoimalat ovat vahingollisia lepakoille, ja turbiinien läheltä löytyykin kuolleita lepakoita. Siksi tuulivoimaloita ei saa sijoittaa lepakoiden muuttoreittien varrelle.

Tutkimus nyt ja tulevaisuudessa

Koska sienien alkuperää ei ole vielä selvitetty, sen torjuntakeinojen keksiminen on hankalaa. Jos sieni on endeeminen myös Pohjois-Amerikassa, silloin pitää keskittyä sen pahanlaatuisuuteen vaikuttavien olosuhteiden säätelyyn sienelle epäedullisemmaksi. Jos taas sieni on tulokaslaji Pohjois-Amerikassa, on keskityttävä tautia levittävien eläinten hoitoon. Tautia voidaan kontrolloida vain suoraan lepakoihin vaikuttamalla, taudin torjuminen muuten on vaikeaa. Lepakot ovat pieniä, lentävät pitkiä matkoja ja elävät laajalla alueella, mikä hankaloittaa niiden havaitsemista ja hoitoa. Tällä hetkellä todisteet puhuvat tulokaslajiteorian puolesta.

Tautia vastaan ei ole vielä esitetty päteviä torjuntakeinoja. *Geomyces destructansin* -sienien leviämisen

estämiseksi on esitetty esimerkiksi sairaiden lepakoiden poistoa luolista. Poiston vaikutusta tutkittaessa kuitenkin havaittiin, ettei poisto vaikuttanut pitkään. Kun myös muistetaan, että sairaita lepakoita on hankala havaita, ei tätä torjuntakeinoja voi pitää kovin toimivana varsinkin kun sairaita lepakoita etsivien ihmisten mukana sieni leviää luoliin, joissa sitä ei vielä ole.

Nähtäväksi jää, löytääkö tiedeyhteisö ratkaisun tämän uuden lepakkosairaudesta hoitamiseksi ja pelastaa lepakot ennen kuin on liian myöhäistä. Vaikka pätevä torjuntakeino pystyttäisiin kehittämään ja taudin leviäminen saataisiin pysäytettyä, sairastuneet amerikkalaiset lepakkokannat ovat kuitenkin matalia vielä pitkään. Lepakot lisääntyvät hitaasti, joten tilanteen korjaantuminen veisi joka tapauksessa aikaa.

Kirjallisuutta

- Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F. & Kunz, T.H. 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science*. 332(6025): 41–42.
- Frick, W.F., Pollock, J.F., Hicks, A.C., Langwig, K.E., Scott Reynolds, D., Turner, G.G., Butchkoski, C.M. & Kunz, T.H. 2010. An emerging disease causes regional population collapse of a common North American bat species. *Science*. 329(5992): 679–682.
- Lisa, W., Turner, J.M., Bollinger, T.K., Lorch, J.M., Vikram, M., Cryan, P.M., Gudrun, W., Blehert, D.S. & Willis, C.K. 2012. Inoculation of bats with European *Geomyces destructans* supports the novel pathogen hypothesis for the origin of white-nose syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 109(18): 6999–7003.
- Puechmaile, S.J., Wibbelt, G., Korn, V., Fuller, H., Forget, F., ym. 2011. Pan-European distribution of White-Nose Syndrome fungus (*Geomyces destructans*) not associated with mass mortality. *PLoS ONE* 6(4): e19167
- US Fish & Wildlife Servicen ylläpitämä
www.whitenosesyndrome.org verkkosivusto

■ MMK Saska Lohi, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos sekä Michigan Tech University, School of forest resources and environmental science
Sähköposti saska.lohi@helsinki.fi