

Tulokaslajit leviävät – globaali haaste ekologeille

Kai Korsu

Maailmalta on löydettävissä useita varoittavia esimerkkejä siitä, kuinka voi käydä kun vierasperäinen laji siirretään uuteen ympäristöön. Tunnetuin lienee esimerkki Afrikasta, jossa Viktorianjärveen virkistyskalastajien iloksi istutettiin suureksi kasvava niilinahven. Tuo yksittäinen petokalalaji on vastuussa noin kahdensadan kotoperäisen, kyseisessä järvessä kehittyneen kalalajin sukupuutosta. Mitkä ovat ne ekologiset mekanismit, jotka mahdollistavat tämän kaltaiset murhenäytelmät?

Tietyt luonnolliset rajat, kuten valtameret tai vuorijonot, toimivat raja-aitoina lajien levinneisyydelle. Näiden raja-aitojen sisällä eri evoluutiolinjat ovat kehittyneet kulloistensa erityisolosuhteiden puitteissa muodostaen maapallolla havaittavan valtavan eliödiversiteetin, jossa jokainen laji on sopeutunut tiettyyn ekologiseen lokeroonsa.

Miljoonia vuosia lajit ja niiden eri populaatiot elivät ja kehittyivät näissä enemmän tai vähemmän eristäytyneissä elinympäristöissä. Valtava muutos oli kuitenkin tulossa, kun ihmisten liikkuminen ja tutkimusmatkat lisääntyivät siten Kolumbuksen aikojen.

Nykyään nuo ylitsepääsemättömät levittäytymisen estävät raja-aidat ovat madaltuneet ja rapautuneet – aukkopaidat sallivat lajien maitereiden välisen leviämisen. Tärkeä leviämisen mahdollistava tekijä on laivaliikenne, jonka seurauksena etenkin monet rannikkoekosysteemit ovat saaneet huomattavan määrän kutsuunsa vieraita. Paitsi että lajit siirtyvät vahingossa esimerkiksi juuri laivojen mukana, on ihminen harjoittanut tietoista lajien siirtelyä. Alussa mainittu niilinahven on vain yksi monista virkistyskalastusta varten istutetuista kalalajeista; esimerkiksi eteläiselle palonpuoliselle on haluttu saada kalastettavat kannat mo-

nista pohjoisista lohikalalajeista. Moniko esimerkiksi tietää, että meidän kotoperäinen lohikalamme taimen on listattu (www.issg.org) maailman sadan pahimman vieraslajin joukkoon? Huolta kannetaan erityisesti maailmanlaajuisesta eliöyhteisöjen yksipuolistumisesta – samoja, alun perin vain tietyille alueille tyypillisiä lajeja voidaan nykyään tavata eri puolilta Maapalloa. Esimerkiksi tartuntatautien maailmanlaajuinen leviäminen tuo tämän kehityskulun valitettavan lähelle ihmisen arkea.

Vieraslajien moniulotteiset vaikutukset ja ominaispiirteet

Vieraslajien vaikutukset vastaanottavissa ekosysteemeissä voivat olla hyvin moniulotteisia. Kotoperäisten lajien sukupuutot mainitaan usein, ja esimerkiksi valtamerten eristyneillä saarilla on nähty monien paikallisiin erityisolosuhteisiin kehittyneiden lajien häviävän, kun rantautuneista laivoista on päässyt kissoja ja muita pienpetoja vapauteen.

Vaikutukset yhteen lajiin kuitenkin ulottuvat myös muihin, koska eliöt elävät tietyssä riippuvuussuhteessa paitsi fysikaalisiin olosuhteisiin, mutta myös toisiinsa nähden. Niinpä joissain tapauksissa on havaittu koko ekosysteemin toiminnan muuttuneen vieraslajin vaikutuksesta: uusi tehokas kasvissyöjiin erikoistunut petoeläin voi vaikuttaa välillisesti kasveihin ja kasvien vaste tähän voi muuttaa koko ekosysteemin energiavirtoja. Vieraslaji voi muuttaa uuden elinympäristönsä olosuhteita monin eri tavoin: esimerkiksi kasvin juuret muuttavat maaperän rakennetta, typen sidontakyvyn omaava kasvi muuttaa ravinnevirtoja tai simpukka suodattaa vedestä tehokkaasti planktonia ja muuttaa veden siten kirkkaammaksi.

Ekologisten vaikutusten ohella vieraslajit

voivat aiheuttaa merkittävää taloudellista haittaa – tuhohyönteiset lienevät tästä tutuin esimerkki. Myös vieraslajien torjuntaan ja eliminointiin käytetään huomattavia rahasummia.

Vieraslajeilla voi olla hyvin kauaskantoisia seurauksia etenkin kun ekosysteemit ovat monitasoisia ja lajien välisten yhdysvaikutusten sekä eri prosessien takaisinkytkentämekanismien määrä on suuri. Tämä monimutkaisuus tekee ennustamisen vaikeaksi: ekologiassa on harvoin toisiaan pyörittäviä syyn ja seurauksen yksinkertaisia hammasrattaita. Mitkä lajit luultavimmin voivat levitä millekin alueelle ja millaisia vaikutuksia niillä siellä olisi? Nämä ovat kysymyksiä, joihin kaivataan vastauksia, jottei vieraslajiongelman muuttuisi täysin hallitsemattomaksi. Tiettyjä yleisiä ominaispiirteitä aggressiivisesti lisääntyvillä vieraslajeilla tietävästi on, mutta hajonta on yleensä hyvin suurta. Lajin nopea lisääntymiskyky yhdistettynä laajaan fyysikaalisen elinympäristön sietokykyyn ja hyviin leviämismahdollisuuksiin voi tehdä lajista menestyvän vieraslajin.

Ikävä kyllä pelkästään tietyn lajin ominaisuuksien tarkastelu ei riitä. Ekologin laatima ennuste muuttuisi luotettavammaksi, mikäli hänellä olisi tieto myös vieraslajin vastaanottavan ekosysteemin ominaisuuksista: olisiko siellä tilaa uudelle lajille? Tämän tyyppinen laji – vastaanottava elinympäristö -yhteys tekee ilmiöstä luonnollisesti hyvin tapaussidonnaisen ja sen ymmärtäminen vaatii monipuolista tietoa sekä alueesta yleensä että sen lajistosta. Olemassa olevaa tietoa analysoimalla on voitu todeta, että vieraslajin vaikutus on todennäköisesti suuri, jos vastaanottava eliöyhteisö on pitkään ollut eristyksissä muista (esim. saaret), vieraslajilla on poikkeavia ominaisuuksia ja uutuusarvoa verrattuna kotoperäisiin lajeihin tai vieraslajin perustajapopulaatio on ollut suuri.

Jotta liialliselta yksinkertaistamiselta vältyttäisiin, todettakoon että itse leviämisprosessi koostuu erillisistä tasoista. Ensimmäisessä vaiheessa vieraslajin on selviydyttävä alueelle, toisessa vaiheessa pystyttävä lisääntymään ja vakiinnuttamaan populaationsa, kolmannessa vaiheessa leviämään uuden alueen sisällä. Kukin näistä tasoista, jotka muodostavat ikään kuin sarjan ekologisia suodattimia, voi vaatia eliöltä ja vastaanottavalta fyysikaaliselta ja biologiselta ympäristöltä erityisiä ominaisuuksia. Kun kaikki palaset lokahtavat kohdalleen – avain sopii lukkoon – on vieraslaji onnistunut vakiinnuttamaan asemansa.

Edellä esitetty avain-lukko-malli on kuitenkin

saanut vastustusta, koska monissa tapauksissa vieraslaji ei vain passiivisesti sopeudu valitseviin uusiin olosuhteisiin vaan aktiivisesti itse muuttaa niitä. Tällöin eliöyhteisön voidaan nähdä mieluummin uudelleenjärjestyvän, kuin että se vain vastaanottaisi uuden lajin olemassa olevaan tyhjän ekologiseen aukkoon.

Eri vaiheiden välillä voi lisäksi olla huomattavia viiveitä; vieraslaji on ikään kuin piilossa oman aikansa, kunnes äkkiä populaatioko kasvaa ja lajista tulee näkyvä. Nämä viivejaksot voivat liittyä evoluutioprosessiin, joka saattaa joissain tapauksissa olla melko nopea ja koskea molempia – sekä itse vieraslajia sen sopeutuessa uuteen ympäristöön että kotoperäisiä lajeja niiden sopeutuessa uuteen vieraslajiin. Näin vieraslaji, onnistuessaan vakiinnuttamaan asemansa, liittyy saumattomasti vastaanottavan eliöyhteisön evolutiivis-ekologisiin prosesseihin.

Kaksi paradoksia

Kaksi paradoksia kumpuaa vieraslajiekologian tutkimuksesta: (1) Miten on mahdollista, että useissa tapauksissa pieni perustajapopulaatio kasvattaa elinvoimaisen kannan ja (2) miksei-vät kotoperäiset elinympäristöönsä evoluution mekanismein oletettavasti optimaalisesti sopeutuneet eliöt pysty pitämään puoliaan vieraslajia vastaan?

Ensimmäinen paradoksi liittyy homotsygoottisuuden ja sukusiitoksen todennäköisyyteen, joka kasvaa populaatiokoon pienentyessä ja voidaan nähdä erityisenä geneettisenä pullonkaulana. Monimuotoinen perimä luo usein paremmat selviytymisen edellytykset, kuin yksipuolinen, jossa haitalliset periytyvät ominaisuudet nousevat esiin. Mikäli kuitenkin vieraslajin populaation perustajajaksilöt ovat eri alueilta lähtöisin tai eivät ole lähisukulaisia, voi niihin sisältyä riittävä määrä geneettistä muuntelua ja pullonkaula voidaan siten ohittaa.

Toinen paradoksi tavallaan asettaa kyseenalaiseksi evolutiivisten sopeumien hyödyn. Asia voidaan kuitenkin nähdä siten, että lajisto kullakin alueella on evolutiivisen historian sa vanki, eikä uusia sopeumia voi syntyä kuin vanhojen puitteissa. Kun uusi laji vastaanotavalle yhteisölle täysin uusine ominaisuuksineen ilmestyy paikalle, voi olla mahdollista, että esimerkiksi paikalliset pedot tai loiset eivät lainkaan tunnista sitä potentiaaliseksi kohteeksi. Tällöin, ainakin teoriassa, eliöllä on mahdol-

lisuus siirtää petojen ja loisten välttämiseen tarkoitettua resurssit vaikkapa kasvuun ja lisääntymiseen. Voi myös olla, että vieraslajille on sen alkuperäisessä elinympäristössä kehittynyt joukko sopeumia, joista sattumalta on hyötyä, ja jotka voivat olla parempia kuin kotoperäisen lajiston vastaavat. Esimerkiksi vieraslaji on voinut kehittyä monilajisessa kilpailuyhteisössä ja siten olla erityisen aggressiivinen kilpailussa kotoperäisten lajien kanssa.

Vieraslajien menestys joissain tapauksissa on kuitenkin vain näennäistä ja riippuu ajallisesta tarkastelun mittakaavasta. Jotkin kotoperäisten lajien sopeumista voivat olla lyhyellä aikavälillä näkymättömiä mahdollistaen tulokaslajeille hetkellisen menestymisen. Tietyt harvoin toistuvat, alueelle luonteenomaiset ilmiöt, ovat muokanneet paikallisten lajien perimää, ja milloin ilmiö taas tapahtuu, voivat elinympäristöön pitkällä aikavälillä sopeutumattomat vieraslajit taantua voimakkaasti.

Vastaanottavan eliöyhteisön lajimäärän vaikutus on ollut väittelyn kohteena jo vähintään 50 vuotta, missä ajassa valtava määrä tutkimuksia aiheen tiimoilta on julkaistu. Joidenkin töiden mukaan suuri vastaanottavan eliöyhteisön lajimäärä estää vieraslajien leviämistä ja vakiintumista, mutta toisaalta on tehty myös päinvastaisia havaintoja. Tässä yhteydessä viitataan usein eliöyhteisössä olevaan ”vapaaseen tilaan”, mutta ottaen huomioon vieraslajin kyvyn muuttaa elinympäristön perimmäisiäkin prosesseja, ei ajattelu staattisesta, lajin mentäviä aukkoja mahdollisesti sisältävästä ekosysteemistä liene oikeutettua.

Voi olla myös mahdollista, että vähälajisissa eliöyhteisöissä vieraslajit ovat näkyvämpiä. Tämä johdattaa päättelyyn lajidiversiteetin vaikutuksesta sinänsä. Luultavasti tätä ongelmaa on hedelmällisempää tarkastella vieraslajin uutuusarvon viitekehuksesta käsin: vastaanottavan yhteisön korkea lajimäärä nostaa todennäköisyyttä sille, että joukossa on esimerkiksi toiminnallisesti vieraslajin kaltaisia lajeja eikä vieraslajilla siten ole tärkeää uutuusarvoa, mikä alentaa menestymisen mahdollisuuksia.

Onko kehityskulku luonnollista?

Eräs pinnalle noussut ajatus vieraslajien menestymisen syistä mannertenvälisen liikennöinnin lisäksi on ihmisten aiheuttamien ympäristöhäiriöiden lisääntyminen. Avohakkuut, jokien patoamiset ja ympäristömyrkyt ovat horjuttaneet

monien luonnontilaisten ekosysteemien tasapainoa ja tehneet ne haavoittuviksi vieraslajeille. Myös kasvihuoneilmion voidaan ajatella vaikuttavan lajiston uudelleenjärjestelyyn erityisellä tavalla. Toisaalta voidaan ajatella, että vieraslajeja ei tulisi lainkaan pitää ekologisenä ongelmana eikä kuvata ilmiötä negatiivissävytteisillä käsitteillä – ainahan eliöt ovat levittäytyneet ja niiden menestys usein riippuukin juuri tästä kyvystä; uusien alueiden hyödyntämisestä, asumattomien saarten valloituksesta.

Pitkien ajanjaksojen kuluessa myös manteerit ovat törmäilleet toisiinsa. Siten toisilleen vieraat evolutiiviset kehityslinjat ovat joutuneet kosketuksiin jatkuvasti eliökunnan historian ajan. Luonnon tasapaino syntyy uusien lajien levittäytymisen ja vanhojen sukupuuton eroksesta. Miksi siis yrittää estää luonnollista ilmiötä tapahtumasta? Avainasiana arvioitaessa tätä kysymystä voidaan pitää kehityksen vauhtia. On totta, että kaikki lajit ennemmin tai myöhemmin kuolevat sukupuuttoon, mutta tämän ei tulisi oikeuttaa meitä tietien tahtoen niitä hävittämään. Samoin on laita vieraslajien leviämässä: kun kerran tiedostamme moniulotteiset negatiiviset vaikutukset, niin miksi kiihdyttää tätä prosessia?

Tulevaisuus

Kun summataan kaikki potentiaaliset tulevaisuuden vieraslajit ja vastaanottavat elinympäristöt, joudutaan usein valitettavasti toteamaan ekologisen tietämyksen riittämättömyys ilmiöiden selittämiseksi. Vuosittain havaitaan satoja uusia vieraslajitapauksia eikä ekologinen informaatio pysy tämän kehityksen perässä. Tällä hetkellä ei pystytä kaatamaan eri lajeja ekologiseen suodatinsimulaatiomalliin ja tulostamaan niiden lajien vaikutuksia vastaanottavassa elinympäristössä. Pahimmassa tapauksessa vieraslajiongelmia tulee toinen toisensa jälkeen putkahtelemaan ikään kuin tyhjästä, ilman että niistä olisi saatu viitteitä tutkimuksen tai seurannan kautta. Seurannan tärkeyttä korostaa tieto siitä, että vieraslajin eliminointi on huomattavasti helpompaa ja halvempaa, kun se ei vielä ole ehtinyt levitä laajalle alueelle.

Käynnissä oleva vieraslajien levittäytymiskehitys voidaan nähdä laajamittaisena ekologisenä koeasetelmana, jossa lajeja siirrellään mantereelta toiselle ja monitoroidaan vaikutuksia. Pelkkä monitorointi kuitenkin ei itsessään tuo ratkaisua ehkä suurimpaan haasteeseen.

seen mikä ekologeilla ja luonnonsuojelubiologeilla on edessään: miten hallita ja kontrolloida levittäytymisprosessia? Tarvitaan ennustettavuutta, joka syntyy hyvin suunniteltujen kokeiden tuloksena.

Joitain yrityksiä on jo tehty edellä mainitun simulaatiomallin luomiseksi esimerkiksi Pohjois-Amerikan suurille järville, mutta Maapallon mittakaava on haasteellisen suuri. Koesuunniteluun liittyy myös eettisiä ongelmia – tuskin kukaan haluaa lajeja tutkimuksellisista syistä siirreltävän, kun tiedetään riskit paikalliselle eliöyhteisölle. Tutkimukset ovat usein vain luonnosta kerättyjä havaintoja ilman toistoja ja kontrollikäsittelyjä, ja usein vielä ilman ennen vieraslajin ilmaantumista kerättyä aineistoa.

Monesti onkin niin, että syiden ja seurauksien väliset suhteet jäävät arvailujen varaan eikä pystytä sanomaan, miksi joku laji syrjäyttää toisen. Tulevaisuudessa tutkimustiedon karttues- sa luultavasti kuva lajien siirtelyn potentiaalisista vaikutuksista ja lainalaisuuksista tulee kirkastumaan, siihen asti lienee parempi noudattaa varovaisuusperiaatetta. Globalisaatio voi olla talousjärjestelmämme uusi iskulause, mutta ekologisesta katsantokannasta tuolla muoti- termillä on ikävä kaiku.

KIRJALLISUUTTA

- Allendorf, F. W. & Lundquist L. L. (2003): "Introduction: population biology, evolution, and control of invasive species". *Conservation Biology* 17: 24-30.
- Enserink, M. (1999): "Biological invaders sweep in". *Science* 285: 1834-1836.
- Heger, T. & Trepl, L. (2003): "Predicting biological invasions". *Biological Invasions* 5: 313-321.
- Kolar, C. S. & Lodge, D. M. (2001): "Progress in invasion biology: predicting invaders". *Trends in Ecology and Evolution* 16: 199-204.
- Kolar, C. S. & Lodge, D. M. (2002): "Ecological predictions and risk assessment for alien fishes in North America". *Science* 298: 1233-1236.
- Lambrinos, J. G. (2004): "How interactions between ecology and evolution influence contemporary invasion dynamics". *Ecology* 85: 2061-2070.
- Lodge, D. M. (1993): "Biological invasions: Lessons for ecology". *Trends in Ecology and Evolution* 8: 133-137.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F. A. (2000): "Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control". *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Parker, I. M., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Goodell, K., Wonham, M., Kareiva, P. M., Williamson, M. H., Von Holle, B., Moyle, P. B., Byers, J. E. & Goldwasser, L. (1999): "Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders". *Biological Invasions* 1: 3-19.
- Ricciardi, A. & Atkinson, S. K. (2004): "Distinctiveness magnifies the impact of biological invaders in aquatic ecosystems". *Ecological Letters* 7: 781-784.
- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Holt, J. S., Lodge, D. M., Molofsky, J., With, K. A., Baughman, S., Cabin, R. J., Cohen, J. E., Ellstrand, N. C., McCauley, D. E., O'Neil, P., Parker, I. M., Thompson, J. N. & Weller, S. G. (2001): "The population biology of invasive species". *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 305-332.
- Withgott, J. (2004): "Are invasive species born bad?". *Science* 305: 1100-1101.

Kirjoittaja on FM, joka valmistelee väitöskirjaa Oulun yliopiston Biologian laitoksella.