

## Pastori Dzierzonin epäilyttävä hypoteesi partenogeneesistä

*Pasi Reunanen*

**Tieteen historia on ihmettelyn, tarkkojen havaintojen ja oivalluksen historiaa. Sleesialainen pastori Johannes Dzierzon teki mehiläishoidon ja biologian historiaa 1800-luvun alkupuolella keksimällä partenogeneesi-ilmion tarkkailemalla mehiläisyhteiskunnan elämää. Väite oli kiistanalainen, ja vei yli puolivuosisataa ennen kuin hänen hypoteesinsa varmistui osaksi biologian kaanonia. Hänen keksintönsä jälkijäritykset ulottuivat 1960-luvulle saakka. William Hamilton esitti silloin teorian sukulaisvalinnan evoluutiosta. Hänen teoriasensa perustui haplodiploidiaan, mikä mahdollisti yksilöiden sukulaisuusasteen määrittämisen kehittyneillä yhteiskuntahyönteisillä.**

Johannes Dzierzonin (1811–1906) kipinä mehiläishoittoon syttyi hänen hoitaessaan mehiläisiä vanhempiensa maatilan muiden töiden ohessa (Kuva 1). Mehiläisten vetovoima oli niin kova, että hän perusteli kirkolliselle uralle ryhtymistään ajatuksella, että pastorin ammatissa voisi vapaammin omistautua rakkaalle harrastukselleen, mehiläisille. Vielä 1800-luvun alkupuolella mehiläistenhoito perustui yhteiskuntien kasvattamiseen pölkkö- ja olkipesissä. Mehiläistenpidon varjopuolena oli, että sadonkurjuudessa pesä piti rikkoo ja mehiläiset tuhota. Muuta keinoa hunajan ottamiseksi ei oltu keksitty (Huotari 1994). Tämä julma menettely vaivasi Dzierzonia. Hän ei ollut ainoa mehiläispesien kehittäjä, mutta hänen kehittämänsä uusi pesämalli, josta hunaja voitiin satokauden päätteeksi korjata mehiläisiä surmaamatta, toimi myöhempien, siirreltävien latomapesien esikuvana (Dzierzon 1849, 1861). Toinen, ehkä tärkeämpi kannustin kehittää mehiläisille uudenlainen pesärakennelma, oli mahdollisuus tarkkailla yhteiskunnan elämää. Lasisten seinien, kattojen ja ovien läpi yhteiskunnan menoa saattoi seurata mehiläisiä häiritsemättä.

### Aristoteleen selitykset

Ihminen on kerännyt hunajaa ja pitänyt mehiläisiä kotieläimenä vuosituhansia (Ruttner 1992). Ennen sokerin aikakautta hunaja oli ih-



**Kuva 1.** Johannes Dzierzonin tarkat empiiriset havainnot mehiläisten yhteiskuntaelämästä johtivat johtopäätelmään, että kuhnurit eivät kehity hedelmöityneestä munasta. Kuva: Wikimedia commons.

miskunnan merkittävin makeutusaine. Siksi tietoa mehiläisyhteiskunnasta, sen rakenteesta ja toiminnasta oli kertynyt ajan saatossa paljon. Tiedot olivat usein anekdoottisia ja perustuivat esittäjiensä omintakeisiin käsityksiin. Kysymys

yli muiden oli, miksi mehiläisyhteiskunnassa oli useita jäseniä: kuningatar, työläiset ja kuhnurit, ja miten ne syntyivät. Aristoteles pohti teoksissaan Eläinoppi (*Historia animalium*) ja Eläinten syntymisestä (*De generatione animalium*) kysymystä laajasti todeten retorisesti, että ”mehiläisten syntymisessä on paljon vaikeuksia”. Vaihtoehtoisia mutta ristiriitaisia teorioita oli olemassa useita, jotka perustuivat mehiläistenpitäjien omiin havaintokokemuksiin. Yhden selityksen mukaan mehiläinen ei parittele (parittelevaa mehiläistä ei oltu koskaan nähty) eikä kasvata omia jälkeläisiään, vaan uudet mehiläiset noudetaan jostakin, esimerkiksi kukista. Syntyvätkö mehiläiset omaehtoisesti, vai mikä olento synnytti ne? Tai jos työmehiläiset olivat johtajamehiläisen jälkeläisiä, kuhnurit haettiin kukista. Kuhnurien käyttäytyminen mehiläispesässä oli muutenkin poikkeavaa: ne eivät tuntuneet osallistuvan pesän töihin ollenkaan eikä niillä ollut pistintä!

Aristoteles pähkäili selitystä havinnoista loogisesti kohti uskottavaa johtopäätöstä. Hän esitti teoksissaan kaikki kuviteltavissa olevat mehiläisen lisääntymisvaihtoehdot. Aristoteleen suuri ongelma oli kuitenkin, mitä sukupuolta yhteiskunnan lukuiset erilaiset yksilöt olivat. Aristoteles kutsui johtajamehiläistä kuninkaaksi. Saiko jokainen tyyppi itsensä kaltaisia jälkeläisiä vai tuottiko jokin tyyppi muiden tyyppisiä jälkeläisiä. Kuhnureita tuntui syntyvän yhteiskuntaan kuin itsestään, mutta työmehiläisiä ei tullut ilman kuningasta. Aristoteles pohti myös, että sukupuolen täytyi liittyä olennaisesti paritteluun; jos parittelua ei tapahtunut, niin yksilö oli sukupuoleton tai molemmat sukupuolet ilmenivät samassa yksilössä kuten joissakin kasveissa. Yhtenä selitysmallina kuhnurien ilmaantumisellemme oli niiden syntyminen ilman pariutumista. Aristoteles myönsi auliisti, että hänen teorioidensa ja havaintojen välillä oli ristiriita. Valtavista tietoukoista huolimatta Aristoteles oli totuuden jäljillä. Osan teorioista historia oli hylkäävä, mutta osa niistä johti kohti oikeaa selitystä

mehiläisten lisääntymisestä. Kukkateoriaan ei myöhemmin uskonut kukaan, mutta teorioita kuhnurien ilmaantumisesta yhteiskuntaan kehiteltiin silti: kuhnureilla oli oma äitimehiläinen, tai että munien nuoleminen aiheutti niiden muuttumisen kuhnureiksi. Johannes Dzierzonin mielestä nämä selitykset olivat epäuskottavia. Asia kumminkin askarrutti häntä.

## Havainto on luonnontieteen edellytys

Oli hyvin tiedossa 1800-luvulle mennessä, että kuningatarmehiläinen muni pesän kaikki munat ja että kaikki pesän mehiläiset olivat sen jälkeläisiä. Johannes Dzierzon tunsikin mehiläisensä ja tiesi myös milloin normaalissa pesän menossa oli jotain outoa. Erääseen pesään oli syntynyt siipirikko, lentokyvytön kuningatar, joka ei kyennyt tekemään häälentoa. Pesän kaikki jäsenet olivat kuhnureita. Dzierzon tiesi, että nuori kuningatar teki häälennon pari päivää kuoriutumisen jälkeen ja vasta palattuaan takaisin pesään se alkoi vähitellen munia ja yhteiskunta kasvaa. Toisinaan vanhan kuningattaren kaikki jälkeläiset muuttuivat mystisesti kuhnureiksi. Dzierzon tiesi myös, että jos yhteiskunta jostain syystä menetti kuningattarensa työläiset alkoivat munia. Nekin tuottivat pelkästään kuhnureita. Dzierzon vertaili paljain silmin kirkasta valoa vasten nuoria, vasta kuoriutuneita kuningattaria vanhoihin emoihin. Niiden ulkomuoto ja takaruumiin sisäosat poikkesivat yhdessä seikassa: vanhojen kuningattarien siittiösäiliö, spermatheca, oli täynnä, nuorten tyhjä. Nämä havainnot vahvistivat Dzierzonin käsitystä. Hän päätteli, että kuhnurit syntyivät hedelmöittymättömästi munasta, ne syntyivät neitseellisesti.

Johannes Dzierzon tuli johtopäätökseen jo 1835, mutta julkaisi havaintonsa vasta kymmenen vuotta myöhemmin paikallisessa mehiläisalan lehdessä, Eichstadter Bienenzeitungissa sen ensimmäisessä numerossa (Dzierzon 1845; lehti on maailman ensimmäinen mehiläisalan ammattilehti). Hänen hypoteesinsa kohtasi heti vastustusta. Eikä vähiten hengenmies-

ten keskuudessa. Vallalla oli näet käsitys, että eläinten lisääntyminen oli aina suvullista eli uusien yksilöiden tuottaminen edellytti isää ja äitiä. Katolisessa kirkossa neitseellisellä syntymällä oli aivan erityinen merkitys, eikä sitä sopinut sotkea biologiisiin ilmiöihin. Dzierzonin oppia pidettiin sopimattomana rienauksena. Dzierzon oli ajautunut hankaukseen kirkon kanssa muissakin opillisissa asioissa, mistä syystä häneltä evättiin lupa toimia seurakuntapastorina ja lopulta hänet erotettiin kirkon yhteydestä. Enemmän Dzierzonia lienee kuitenkin harmittanut mehiläishoitajien ja tutkijoiden penseä suhtautuminen hänen huolella tehtyyn tutkimukseensa.



**Kuva 2.** Gregor Mendelin ei onnistunut näyttää toteen, että hänen periytymislakinsa pätevät myös eläinmaailman mehiläisillä. Kuva: Wikimedia commons.

Eläintieteilijät Karl von Siebold ja Rudolf Leuckart tutkivat 1855 toisistaan riippumatta mehiläisten neitseellistä syntymää. He käyttivät uudenaikaista mikroskooppimenetelmää ja vertailivat kuhnurikunnoista otettuja muniä työläiskennon muniin. Tulos vaikutti selvältä:

kuhnurimunissa ei havaittu hedelmöittyneen munan rakenteita eikä siemennestettä, työläisten munista niitä pääasiassa löytyi. Kuhnurin täytyi kehittyä suvuttomasti. Tutkimukset antoivat tukea Johannes Dzierzonin käsitykselle hedelmöittymättömyydestä. Pian Johannes Dzierzon alkoi epäillä omia johtopäätelmiään. Italiasta oli löydetty mehiläisrotu, joka oli erityisen ahkera keräämään hunajaa, mutta ennen kaikkea säyseä ja kiltti luonteeltaan. Preussinmaalla harrastettu tummamehiläinen talvehti hyvin, mutta se oli vihamielinen ja piste- liäs. Dzierzon alkoi italialaistaa yhteiskuntiaan. Tarkkaillessaan yhteiskuntia, joiden emot olivat puhtaita italialaisia tai italialaisen ja tumman rodun risteymiä, hän joutui ymmälle. Toisinaan kuhnurit olivat emonsa värisiä, toisinaan eivät ja työläisissä saattoi ilmetä molempia muotoja. Tämä huolestutti Dzierzonia. Se, mikä viime kädessä määräsi mehiläisen sukupuolen, ei selvinnyt. (Page, Gadau ja Beye 2002.)

Johannes Dzierzonin hypoteesi joutui tieteelliseen testiin, kuten vallitseva luonnontieteellisen tutkimuksen tapa edellytti. Eläintieteen professori Herman Landlois teki vuonna 1860 järjestelmällisiä munansiirtokokeita. Hän siirteli työläiskentöiden muniä kuhnurikentöihin ja päinvastoin. Tutkimusten johtopäätöksenä hän esitti, että mehiläisten sukupuolen määräytyminen johtui "elämän fyysisistä olosuhteista", jolla hän tarkoitti toukkien saaman ravinnon laatua ja määrää. Johtopäätökselleen hän sai tukea muista hyönteisryhmistä, joissa oli havaittu sama ilmiö. Vertaileva anatomi ja eläintieteilijä Jean Pérez teki 1878 risteytyskokeita mehiläisellä. Hän risteytti italialaisen kuningattaren ja tummanmehiläisten kuhnureita keskenään. Hän ennusti, että kaikkien jälkeläisten tulisi F1-sukupolvessa olla väriltään keltaisia. Jälkeläistö koostui kuitenkin sekavärisistä yksilöistä. Koetulokset eivät kumonnet eivätkä vahvistaneet Dzierzonin hypoteesia. Tuloksia pidettiin ristiriitaisina, koska Pérez ei voinut varmistua italialaisen kuningattarensa rotupuhtaudesta.

Gregor Mendel, toinen biologian historian merkkihenkilö, oli myös oppinut hoitamaan mehiläisiä jo nuoruudessaan (Kuva 2). Mendel ei tullut tunnetuksi mehiläisistään, vaan puutarhaherneellä tekemistään tutkimuksista, jotka mullistivat käsityksemme ominaisuuksien periytyvyydestä. Mendel onnistui valitsemaan tutkimuskohteekseen kasvilajin, jolla oli useita aiheelle otollisia ominaisuuksia: herne oli itsepölytteinen ja lisääntyi suvullisesti. Lisäksi sillä oli muuttumattomia selvästi havaittavia ominaisuuksia, kuten kukan ja siemenen väri sekä kasvin koko, jotka esiintyivät vain kahtena mahdollisena vaihtoehtona. Teke- miensä risteytyskokeiden perusteella hän päätteli kuuluisat Mendelin periytymislait ja julkaisi havaintonsa Brnon tieteellisen seuran lehdessä vuonna 1865. Kuten tunnettua tieteellinen tiedonanto *Experiments on Plant Hybridization* jäi tiedeyhteisöltä huomaamatta. Mutta olivatko lait yleispäteviä koko eliökunnassa? Tätä selvittääkseen Mendel tutki mehiläisiä luostarin puutarhassa lähinnä jalostaakseen niitä paremmiksi hunajankerääjiksi, mutta myös tutkiakseen, miten erilaiset ominaisuudet periytyivät ja noudattiko periytyvyys herneellä osoitettuja lakeja. Mendelin mehiläiskokeista ei tullut toivottuja tuloksia, vaikka hän yritti kaikkien keinoin estellä yhteiskuntien sekoittumista ja kontrolloida ristisiitosta. Herneitä tutkiessaan Mendel oli pölyttänyt tutkimuskasvit yksitellen pensselillä, mutta miten mehiläiset pariutui- vat jäi hänelle ikuisiksi arvoitukseksi. (Dostál 2012.)

Gregor Mendel kompastui tiedon puutteen, koska tuolloin ei vielä tiedetty, että mehiläiskuningatar pariutuu häälentonsa aikana lukuisten kuhnureiden kanssa, mistä syystä sen jälkeläistössä voi esiintyä monenlaisia väriyhdistelmiä. Ludwig Armbruster ratkaisi



Kuva 3. Ludwig Armbrusterin tutkimukset paljastivat, että mehiläiskuningatar parittelee lukuisten kuhnurien kanssa häälentonsa aikana. Kuva: Wikimedia commons.

kysymyksen vasta 1910-luvulla (Armbruster 1919; Kuva 3). Dzierzonin hypoteesia testattiin ahkerasti puolesta ja vastaan, mutta lopullista selvyttä asiaan ei vain saatu.

Ehkä sinnikkäin Johannes Dzierzonin vastustaja oli mehiläistarhaaja Ferdinand Dickel. Hänen vastalauseensa kohdistuivat 1898 puutteisiin von Sieboldin tutkimuksissa. Von Siebold oli käyttänyt tutkimuksissaan munia, jotka otettiin loppukesällä pesisistä, joissa tiedettiin olevan vanhan kuningattaren läsnä. Dickel piti tutkimuksessa tutkittujen munien määrää, otosta, liian pienenä. Hänen kantava ajatus oli luonnon yhdenmukaisuusvaatimus: jos luonnossa esiintyy kaksi sukupuolta, suvutonta ja suvullista lisääntymistä ei voi esiintyä samaan aikaan. Hän kumosi myös käsityksen, että työmehiläiset ruokkimalla toukkia vaikuttaisivat sukupuoleen, koska jos sukupuoli oli määrätty jo aiemmin ei ollut enää tarkoituksenmukaista hoitaa toukkia. Dickel ryhtyi yhteistyöhön kuuluisan soluteorian luojaan August Weismannin kanssa. Weismann oppilaineen selvitti modernien metodien avulla suvuttoman syntymän mysteeriä kolme vuotta ja päätyi väistämättömästi tulokseen, ettei kuhnureiden munista löytymyt merkkejä

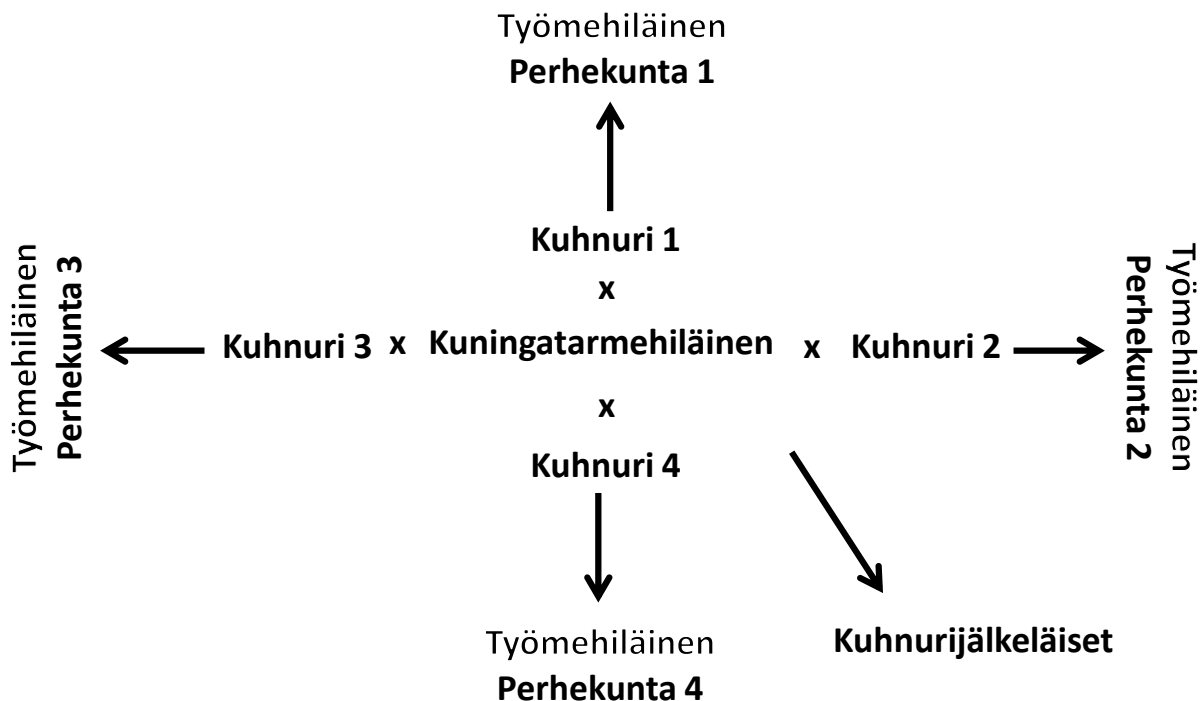
siittiösoluista eikä hedelmöittämisestä. Hans Nachtsheim osoitti 1913, että kuhnurin munassa on 16 kromosomia, työläismunassa 32. Kiista mehiläisen neitseellisestä syntymästä ratkesi Dzierzonin eduksi. (Page, Gadau ja Beye 2002.)

### Yhteiskuntahyönteisten arvoitus

Charles Darwin piti yhteiskuntahyönteisiä koko luonnonvalintateorian koetinkivenä (one special difficulty). Darwinin oli vaikea selittää, miksi yhteiskunnassa oli lisääntymiskyvyttömiä yksilöitä, neutereita, jotka puolustivat yhteiskuntaa ja saattoivat uhrautua sen puolesta. Miten luonnonvalinta voi aikaansaada steriilin kastin? Toiseksi Darwin hämmästeli, miten luonnonvalinta saattoi tuottaa niin monia morfologisesti erilaisia työläisjäseniä muurahaisyhteiskunnassa. Evoluutioteorian keskeinen oppi nojasi kamppailuun pariutumiskumppanista ja jälkeläisten tuottoon. Yksilön menestyksen mittari oli sen kyky tuottaa jälkeläisiä seura-

vaan sukupolveen. Yksilöt olivat luonnonvalinnan raaka-ainetta. Darwin selitti teoriansa epäjatkuvuuskohtaa kaarrellen, mutta mainitsi ohimennen, että ongelmaa ei olisi, jos muistaa että luonnonvalinta voi toimia yksilötason lisäksi yksilöjoukon, perheen tasolla. Tämä luonnonvalintateorian lisähuomautus jäi lepäämään vuosikymmeniksi. Darwin ei tietävästi tuntenut aikalaisensa Johannes Dzierzonin hypoteesia. Jos Darwin olisi ollut tietoinen suvuttomasta lisääntymisestä mehiläisyhteiskunnassa, yhteiskuntahyönteinen olisi aiheuttanut Darwinille arvatenkin melkoisesti lisäpäänvai-va (Darwin 1859; Herbers 2009; Ratnieks, Foster ja Wenseleers 2011).

John Haldanea, Sewall Wrightia ja Ronald Fisherä pidetään modernin genetiikan ja evoluutioteorian tienraivaajina. He muotoilivat viime vuosisadan alussa matemaattisiin mallein teorian, miten evoluutio etenee luonnonvalinnan avulla. He olivat hyvin tietoisia Darwinin ongelmasta ja pohtivat kysymystä,

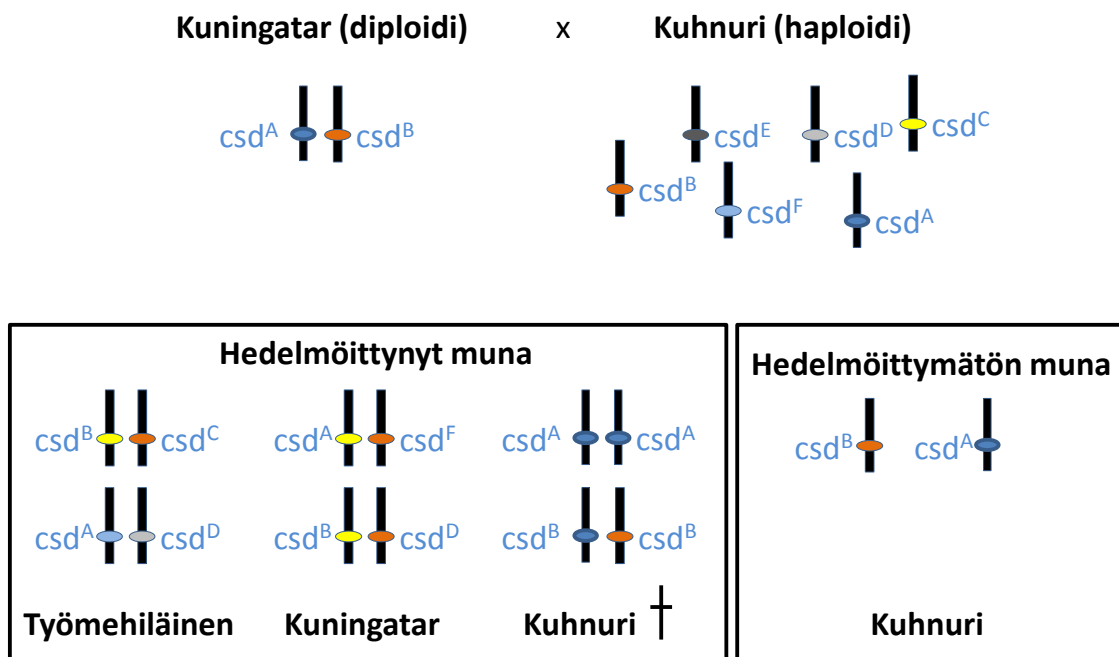


**Kuva 4.** Mehiläiskuningattaren pariuduttua häälennon aikana useiden kuhnurien kanssa yhteiskuntaan syntyy perhekuntia, joilla on eri isä-kuhnuri. Perhekunnassa työmehiläisten sukulaisuusaste on 0,75, kun taas perhekuntien välillä sukulaisuusaste on 0,25. Emolla ja tyttärellä on puolet yhteisiä perintötekijöitä.

miten verisukulaisuus voisi aiheuttaa altruistista, pyyteetöntä käyttäytymistä. Miksi yksilön alentunut valintaetu (*fitness*) voi johtaa yksilöryhmän valintaedun kasvuun. Heistä yksikään ei päätenyt esittämään ratkaisua ongelmaan (Dugatkin 2007). Vasta 1960-luvulla William Hamilton muotoili teoreettisen mallin siitä, miten sukulaisuus voidaan ottaa huomioon kun aitososiaalisen käyttäytymisen evoluutiota halutaan selittää. Hamilton huomasi, että haplodiploidia (tilanne jossa hyönteisyhteiskunnassa esiintyy sekä haploideja että diploideja yksilöitä) johtaa merkillisiin poikkeamiin yhteiskunnan jäsenten sukulaisuusasteessa. Kuhnurin kaikki perintötekijät ovat samoja kuin kuningattaren, kuningattaren geeneistä vain puolet on samoja kuin kuhnurin, työläisillä kaksikolmasosa geeneistä on yhteisiä. Yhteiskuntahyönteisillä työläisten korkeampi geneettinen sukulaisuusaste lisää työläisten kokonaiskelpoisuutta (*inclusive fitness*). Hamiltonin teoria selitti, miten evoluutio aikaansaa altruistisen ominaisuuden, jos lähisukulaisia autta-

malla voi saavuttaa kelpoisuusedun (Hamilton 1964, 1972).

William Hamiltonin teoria työllisti evoluutiotutkijoita kymmenen vuotta, kunnes Robert Trivers tunnisti teoriassa heikkouden, joka johtui emon ja sen jälkeläisten välisestä ristiriidasta (*parent-offspring conflict*). Hamiltonin teorian pätevyys riippui yhteiskunnan jäsenten lukumääräsuhteista! Trivers esitti, että työläisten korkeampi sukulaisuusaste kasvattaa niiden kokonaiskelpoisuutta vain siinä tapauksessa, että työläisjärjestelmän määrä suhteessa kuhnureihin on selvästi tasajakoa suurempi. Näin on monen muurahaislajin kohdalla. Johannes Dzierzonin hypoteesi neitseellisestä syntymästä ja haplodiploidia johtivat lopulta evoluutioteoreettiseen kysymykseen eläinten sosiaalisen käyttäytymisen kehittymisestä. Sukulaisuuden koko kirjo on nähtävissä aitojen sosiaalisten hyönteisten yhteiskuntaelämässä. Haplodiploidian merkitys yhteiskuntahyönteisten evoluutiossa on edelleen vilkkaan teoreettisen tutkimuksen kohde, ja lopullinen tie-



Kuva 5. Monella mesipistiäislajilla yksilöiden sukupuolen määrää sukupuoligeeni (*csd*). Mehiläiskuningattarella ja työmehiläisellä ( $2n$ ) alleelit ovat eriparia, kuhnurilla ( $1n$ ) on vain yksi alleeli. Diploidilla kuhnurilla on kummassakin kromosomissaan sama alleeli. Yhdistelmä on letaali, tappava, eikä luonnossa esiinny diploideja kuhnureita.

teellinen selitys ilmiölle antaa sitkeästi odottaa itseään (mm. Rautiala, Helanterä ja Puurtinen 2019).

Sosiaalista käyttäytymistä, lisääntymiskyvyttömiä yksilöitä ja altruismia koskeva tieteellinen teoria on vieläkin kiinteän tutkimuksen kohde, sillä kysymys, miten sukupuoli määräytyy haplo-diploidisilla yhteiskuntahyönteisillä askarrutti pitkään geneetikkoja (Page, Gadau ja Beye 2002). Jos kuningatar pariutuu tusinan kuhnurin kanssa häälennollaan, sukulaisuusasteeseen tulee lisää vaihtelua. Jokaisen kuhnurin jälkeläiset muodostavat yhteiskunnan sisälle omia perhekuntiaan, jotka ovat läheisempiä sukulaisia toisilleen kuin muille työläisille (Kuva 4). Mehiläisellä ei ole erityistä sukupuolikromosomia, vaan sukupuoli määräytyy sukupuoligeenin vaikutuksesta (*complementary sex determination*). P. W. Whiting esitti ensimmäisenä jo 1920-luvulla, että pistiäisillä geenit määräävät yksilöiden sukupuolen, eivät kromosomit (Whiting 1933). Mehiläisen sukupuoligeenillä on arviolta 17 alleelia. Haplodiploideilla lajeilla diploidit, heterotsygoottiset yksilöt ovat naaraita, haploidit ja diploidit homotsygoottiset yksilöt koiraita (Kuva 5). Diploideja koiraita ei mehiläisyhteiskunnassa esiinny, koska ominaisuus on tappava ja yksilöt poistetaan pesästä heti kehityksen alkuvaiheessa. Diploidien koiraiden esiintyminen näkyy mehiläisyhteiskunnassa aukkoisena sikiöalana, mikä kertoo karusti myös yhteiskuntaa vaivaasta sisäsiittoisuudesta. Jos Johannes Dzierzon olisi ollut tietoinen sukupuolen määrätymisen genetiikasta, hänellä ei olisi ollut aikoinaan syytä epäillä omaa hypoteesiaan. Mehiläisen genomitutkimus on osoittanut myöhemmin, että mehiläisen geneettinen rekombinaatioaste on eliökunnan suurimpia, mikä johtaa entistä mutkikkaampiin geeniyhdistelmiin mehiläisyksilöissä. Mehiläistenjalostajille tämä tietää harmaita hapsia ja odottamattomia yllätyksiä jalostuslinjoihin (The Honeybee Genome Sequencing Consortium 2006).

Johannes Dzierzonin onneksi hän ei tutki-

nut kapmaanmehiläisen yhteiskuntaelämää. Kapmaanmehiläinen on ainoa hunajamehiläisen rotu (tai melkein alalaji), jonka jotkut työläiset kykenevät kasvattamaan työläismunasta uuden kuningattaren (Ruttner 1992). Ilmiötä kutsutaan telytokiaksi. Siinä kaksi meioosisa syntynyttä haploidia munasolua sulautuu yhteen ja muodostaa ilman hedelmöitystä diploidin munasolun, josta kehittyy diploidi yksilö. Toukkaa ruokitaan emomaidolla, kuten muulloinkin kuningatartoukkaa, jolloin yhteiskuntaan saadaan uusi kuningatar. Häälennon jälkeen kuningatar jatkaa yhteiskunnassa ja yhteiskuntaa uhannut emottomuus ja katastrofi väistyy.

Partenogeneesi on paljon Johannes Dzierzonin ajattelemaa ilmiötä monimutkaisempi biologinen tapahtuma. Partenogeneettinen lisääntyminen on melko yleistä eläinkunnassa ja sitä esiintyy hyönteisten ohella myös korkeammassa eläinryhmissä, kuten rusto- ja luukaloilla, matelijoilla ja sammakoilla. Joissakin ryhmässä partenogeneettinen lisääntyminen on ehdollista, toisilla peräti ehdotonta. Tunnetaan useita kala-, matelija- ja sammakoeläinlajeja, joilla ei ole koskaan tavattu koirasyksilöitä! Koirasyksilöiden puuttuminen voi johtaa yksilöiden haitallisten mutaatioiden kasaantumiseen populaatiossa, sillä rekombinaatio, uudet geeniyhdistelmät ja geneettisen monimuotoisuuden säilyminen edellyttävät suvullista lisääntymistä. Voittopuolelle jää mahdollisuus nopeaan lisääntymiseen, koska pariutumiskumppanin etsiskelyyn ei tuhlaannu aikaa ja kaikki yksilöt voivat lisääntyä.

### **Luonto opettaa kärsivällistä katsojaa**

Johannes Dzierzonin oppi eläinten suvuttomasta lisääntymisestä hyväksyttiin perinpohjaisen koettelun jälkeen tieteelliseksi tosiasiaksi. Intohimoisen mehiläishoitajan tietämys ja tarkkasilmäisyys johtivat hypoteesiin, jonka totuuden arviointi kesti yli 70 vuotta. Dzierzon oli keksinyt neitseellisen lisääntymisen, joka

aiheutti evoluutiotutkijoille päänvaivaa vielä vuosikymmeniksi. Tieteellisen keksinnön tunnusmerkki on sen saama huomio ja uudet avaukset, jotka synnyttävät vuosiksi vilkasta keskustelua ja uutta tutkimusta alan tutkijoiden keskuudessa. Dzierzonin paljaalla silmällä tehty tieteellinen löytö kertoo selvin sanoin, että havainto on kaiken luonnotieteellisen tiedon perusta. Vuotta ennen Dzierzonin kuolemaa katolinen kirkko teki sovinnon Dzierzonin kanssa. Pastori Dzierzon vaikutti keksinnöllään paitsi tiedemaailman myös katolisen kirkon maailmankuvaan. ”Totuus, totuus ennen kaikkea. Valheet ja harhakuvitelmat väistävät, mutta totuus säilyy”, tiivistä vaatimaton Dzierzon elämänviisautensa.

### **Kirjallisuus**

- Armbruster L 1919 Bienenzüchtungskunde. Theodor Fischer, Berlin.
- Darwin C 1859 Lajien synty. Karisto, 3. painos.
- Dostál O 2012 Gregor Johann Mendel – A Legend of Brno, The City of Science and Research. Educational material for the participants of the project To Know and to Share.
- Dugatkin L A 2007 Inclusive Fitness Theory from Darwin to Hamilton. *Genetics* 176: 1375–1380.
- Dzierzon J 1845 Gutachten über die von Herrn Direktor Stöhr im ersten und zweiten Kapitel des General-Gutachtens aufgestellten Fragen. *Eichstädter Bienenzeitung* 1: 109–113, 119–121.
- Dzierzon J 1849 Theorie u. Praxis des neuen Bienenfreundes oder Neue Art der Bienenzucht.
- Dzierzon J 1861 Rationelle Bienenzucht oder Theorie und Praxis des schlesischen Bienenfreundes. Brieg.
- Hamilton W D 1964 The genetical evolution of social behaviour. I-II. *J Theor Biol* 7: 1–52.
- Hamilton W D 1972 Altruism and related phenomena, mainly in the social insects. *Annu Rev Ecol Syst* 3: 193–232.
- Herbers J M 2009 Darwin’s ‘one special difficulty’: celebrating Darwin 200. *Biol Lett* 5: 214–217.
- Huotari K 1994 Mehiläishoidon kotiutuminen Suomeen ja vaiheet järjestäytymiseen asti itsenäisyyden ajan alulla. Väitöskirja, Jyväskylä.
- Page R E Jr, Gadau J ja Beye M 2002 The Emergence of Hymenopteran Genetics. *Genetics* 160: 375–379
- Ratnieks F L W, Foster K R ja Wenseleers T 2011 Darwin’s special difficulty: the evolution of “neuter insects” and current theory. *Behav Ecol Sociobiol* 65: 481–492.
- Rautiala P, Helanterä H ja Puurtinen M 2019 Extended haplodiploidy hypothesis. *Evol Lett* 3: 263–270. doi:10.1002/evl3.119
- Ruttner F 1992 Naturgeschichte der Honigbienen. Ehrenwirth Verlag, München.
- The Honeybee Genome Sequencing Consortium 2006. *Nature* 443: 931.
- Trivers R L 1974 Parent-offspring conflict. *Am Zool* 14: 249–264.
- Trivers R L ja Hare H 1976 Haplodiploidy and the evolution of the social insects. *Science* 191: 249–263.
- Whiting, P W 1933 Selective fertilization and sex-determination in Hymenoptera. *Science* 78: 537–538.

*Kirjoittaja on Luonnon Tutkijan päätoimittaja*