Yrjö Haila

Geeni(e)n tarina(t)

Termin “geeni” otti käyttöön tanskalainen kasvifysiologi Wilhelm Johannsen vuonna 1909. Tämä korvasi siihen saakka käytetyn, Darwinilta periytyneen termin “pangeeni” (*pangene*). Näiden olennainen ero oli seuraava: Johannsenin uusi termi viittasi partikulaarisiin, eliöiden soluissa sijaitseviin tekijöihin, joiden välityksellä ominaisuuksien voitiin ajatella periytyvän toisistaan erillisinä vanhemmilta jälkeläisille. Darwinin pangeenin taustana ollut sekoittuvan periytymisen (*blending inheritance*) ajatus sen sijaan ei käsittänyt ominaisuuksien erillisyyden mahdollistavaa mekanismia.

Johannsenin taustalla oli munkki Gregor Mendel, joka oli tehnyt herneillä risteytyskokeita Brnon luostarin puutarhassa ja julkaissut näiden nojalla Brnon luonnonhistoriallisen seuran aikakauslehdessä vuonna 1865 artikkelin “Versuche über Pflanzen-Hybriden”. Mendel esitti artikkelissaan partikulaarisen periytymisen perussäännöt, jotka edelleen sisältyvät biologian perusopintoihin. Yleinen käsitys on, että Mendel teki kokeitaan täysin yksin ja että hänen tuloksiaan ei aikanaan huomannut kukaan, vaan partikulaarisen periytymisen keksivät uudelleen vuosisadan vaihteessa hollantilainen Hugo de Vries, saksalainen Carl Correns ja itävaltalainen Erich Tschermak toisistaan ja Mendelistä riippumatta. Mendelismi on usein esitetty paradigmaattisena esimerkkinä useita kertoja tehdystä tieteellisestä keksinnöstä.

Tämä tulkinta on kuitenkin liian yksinkertainen. Mendel oli tosin sivussa biologiseen evoluutioon liittyneistä 1800-luvun puolivälin pohdinnoista ja kiistoista, mutta hän ei suinkaan ollut sivussa biologian tutkimusperinteistä. Päinvastoin, kasvilajien ja -lajikkeiden risteytyminen – eli “hybridisaatio” – sekä tämän tuloksena syntyvien uusien muotojen pysyvyys oli ollut kasvitutkijoiden keskeinen kiinnostuksen kohde ainakin Linnéstä lähtien. Mendel tutustui tähän tutkimusperinteeseen opiskellessaan Wienissä 1850-luvun alussa. Hän kävi myös Brnosta käsin kirjeenvaihtoa aikansa keskeisten tutkijoiden kanssa sekä esitteli risteytyskokeidensa tuloksia tieteellisissä kokouksissa. Tulosten evolutiivista merkitystä vain ei tuolloin oivallettu. Ei ole myöskään uskottavaa, että Mendel itse, sittemmin luostarinsa apotiksi nimitetty vakaumuksellinen kristitty, olisi ollut

aktiivisesti kiinnostunut biologisesta evoluutioteoriasta, joka saksalaisella kielialueella yhdistyi voimakkaimman puolestapuhujansa Ernst Haeckelin militanttiin materialismiin.

Mendelismin "uudelleenkeksimisten" riippumattomuus on myös osoittautunut kyseenalaiseksi. Keksijät olivat Mendelin tavoin hybridisaatiosta kiinnostuneita kasvitieteilijöitä, siis saman tutkimusperinteen edustajia. Mendeliä kiinnostaneet ongelmat olivat siis heille perin juurin tuttuja. Lisäksi on suoranaisia, muun muassa uudelleenkeksijöiden omista kirjoituksista löytyneitä viitteitä siitä, että ainakin jotkut heistä itse asiassa olivat tutustuneet Mendelin tuloksiin, vastoin omaa todistustaan.

Riippumattomuutta kiinnostavampi kysymys itse asiassa onkin, miksi vuosisadan vaihteessa oltiin niin laajasti kiinnostuneita juuri kasvien hybridisaatiosta. Uskottava – joskin paradoksaalinen – selitys on, että hybridisaatio tuntui tarjoavan uuden tukipisteen anti-darwinisteille sen jälkeen kun August Weismannin jo 1880-luvulla suorittamat periytyvyyskokeet olivat osoittaneet hankittujen ominaisuuksien periytymisen, eli lamarckismin, virheelliseksi. Teoria, että uudet muodot syntyvät vanhojen muotojen risteytyminä, eli hybridisaation tuloksena, tuntui tarjoavan darwinistiselle luonnonvalinnan teorialle vaihtoehdon. Risteytymien pysyvyys, Mendeliäkin alunperin kiinnostanut kysymys, koettiin keskeisenä tutkimusongelmana. Tehtiin sama havainto, minkä Mendel aikanaan teki: organismeilla on ominaisuuksia, jotka välittyvät sukupolvesta toiseen puhtaina, ja näistä jotkut ovat vallitsevia ("dominantteja"), jotkut taas peittyviä ("resessiivisiä"). Näitä välittämään postuloitiin yksikkö nimeltä "geeni".

* * *

Partikulaarista periytymistä oli alunperin vaikea sovittaa yhteen darwinismin kanssa. Ongelma on seuraava: Joskin organismeilla selvästikin on joitakin sellaisinaan periytyviä ominaisuuksia – kuten Mendelin risteyttämien herneiden pinnan rakenne, joka oli joko sileä tai ryppyinen mutta ei koskaan siltä väliltä – suurin osa yksilöiden välisestä muuntelusta on jatkuvaa. Miten toisistaan erillisten ominaisuuksien partikulaarinen periytyminen voi tuottaa tulokseksi jatkuvan muuntelun?

Geenin tarina 1910-luvulta 1950-luvulle oli vastausta tähän kysymykseen. Keskeisiä vaiheita oli kaksi. Ensiksi amerikkalainen Thomas Hunt Morgan koulukuntineen kehitti geeniteorian, jonka nojalla "genetiikka" (eli perinnöllisyystiede) vakiintui biologisen tutkimuksen itsenäiseksi osa-alueeksi. Morgan esitti tutkimusohjelmansa vuonna 1917 julkaisemassaan artikkelissa "The theory of the gene"; samanniminen kirja ilmestyi vuonna 1926. Morganin teorian mukaan perinnöllisyyttä välittävät materiaaliset entiteetit, joiden oletetuksi sijaintipaikaksi varsin pian vakiintuivat solujen tumassa olevat kromosomit. Tutkimuskohteeksi vakiintuivat banaanikärpäset, joita on helppo kasvattaa ja joiden sylkirauhasten soluissa on mikroskoopilla näkyviä niin sanottuja jättiläiskromosomeja. Morganin Columbia Universityssä sijainneen laboratorion "kärpäshuoneista" muodostui pariksi vuosikymmeneksi perinnöllisyystutkimuksen johtava koulutuskeskus ja kiintopiste. Teoreettisesti tärkein Morganin teorian olettamus oli, että perinnöllisyyttä kantavat yksiköt, geenit, ovat riippumattomia yksilönkehitystä toteuttavista fysiologisista prosesseista. Geenit välittävät periytyvän "ohjelman", jonka organismin fysiologinen koneisto yksilönkehityksen aikana "toteuttaa". Idean taustana oli alunperin Johannsenin tekemä käsitteellinen erottelu perimän

(eli “genotyypin”) ja ilmiasun (eli “fenotyypin”) välillä.

Tämä teoreettinen hypoteesi muotoutui kauan ennen kuin oli olemassa mitään käsitystä siitä, millainen geenien materiaalinen ilmiasu voisi olla ja millaisen mekanismin välityksellä ne voisivat ohjata yksilönkehitystä. Hypoteesi tarjosi siitä huolimatta erittäin hedelmällisen näkökulman tulkita sekä Morganin koulukunnan banaanikäspäskokeiden että muualla, esimerkiksi kotieläin- ja kasvijalostuksen piirissä, suoritettujen risteytysten tuloksia. Havainto, että uusia periytyviä muunnoksia voi syntyä “pistemäisten” häiriöiden eli mutaatioiden tuloksena, on sekin Morganin laboratoriosta peräisin. Pian havaittiin myös, että mutaatioita voidaan tuottaa – joskin yksityiskohdissaan ennustamattomina – esimerkiksi radioaktiivista säteilyä käyttäen. Lisäksi muun muassa hyönteisten luonnonpopulaatioissa esiintyvästä perinnöllisestä muuntelusta alkoi kertyä aineistoa, joka oli geeniteorian kanssa yhteensopivaa. Luonnonpopulaatioiden tutkimuksen keskeinen taustavaikuttaja oli venäläinen, vielä 20-luvun Neuvostoliitossa voimakkaana jatkunut mutta sittemmin Lysenkon lähes täysin nitistämä “naturalistinen” maastobiologia, jonka keskeinen vaikuttaja oli S. S. Tshetverikov. Tämä intellektuaalinen perintö välittyi länteen Morganin “kärpäshuoneiden” kautta Theodosius Dobzhanskyn muutettua 20-luvun lopulla stipendiaattina Yhdysvaltoihin.

Morganin geeniteorian rinnalla modernin perinnöllisyystutkimuksen ja klassisen darwinismin välistä kuilua tasoitti populaatiogenetiikka. Joukko tilastomatemaattisesti suuntautuneita biologeja alkoi 1910-luvun lopulta lähtien matemaattisten mallien avulla selvittää, millä tavoin partikulaarisesti periytyvien ominaisuuksien voi olettaa välittyvän sukupolvesta toiseen suurissa yksilöjoukoissa, eli populaatioissa, mikäli oletetaan kunkin ominaisuuden yksinään omaavan vain vähäisen vaikutuksen yksilöiden ilmiasuun. Tieteenteoreettisena ihanteenaan populaatiogenetiikan luojat pitivät 1800-luvun lopun tilastollista mekaniikkaa. Eräät heistä, esimerkiksi myös tilastotieteen kehitykseen keskeisesti vaikuttanut R. A. Fisher, ilmaisivat tämän eksplisiittisesti.

Populaatiogenetiikasta kasvoi menestystarina. Jo 20-luvun lopussa tuli ilmeiseksi, että matemaattisten mallien avulla voidaan toden totta uskottavasti kuvata biologisen evoluution kulkua pitäen lähtökohtana morganilaista geeniteoriaa ja darwinistista luonnonvalinnan teoriaa; tämän teoreettisesti johdetun tuloksen kanonisoivat teokset *The Genetical Theory of Natural Selection* (R. A. Fisher, 1930) ja *The Causes of Evolution* (J. B. S. Haldane, 1932). Fisherin ja Haldanen edustaman populaatiogenetiikan “englantilaisen haaran” eräänä taustapontimena, jota harvemmin tosin perinnöllisyystieteen historioissa mainitaan, oli eugeniikka, (ihmis-)rodunjalostus. Sen oli nostanut systemaattiseksi tutkimusperinteeksi Francis Galton, Darwinin pikkuserkku, periytymisen tilastollisia säännönmukaisuuksia tutkivan “biometrian” perustaja. Vahvempaa biologista realismia populaatiogenetiikkaan toivat amerikkalainen Sewall Wright, jonka tausta oli kasvin- ja eläinjalostuksessa, sekä venäläisen naturalismin kasvatti Dobzhansky.

Populaatiogenetiikan ja klassisen darwinismin yhteensovittaminen 30- ja 40-lukujen aikana tunnetaan nimellä “moderni synteesi”. Sen keskeinen väittämä on, että tietämyksemme pitkän aikavälin evoluutiosta, siis paleontologisen tutkimuksen paljastama kuva eliökunnan historiallisista kehitysvaiheista, voidaan uskottavasti ymmärtää tässä ja nyt tapahtuvien populaatiogeneettisten prosessien tuloksena. Moderni synteesi tuotti “uusdarwinismin”. Uusdarwinismin olennainen uutuus klassiseen drawinismiin nähden on morganilaiseen geeniteoriaan ja populaatiogenetiikkaan nojautuva näkemys periytyvyyden mekanismista ja evoluution kulusta.

* * *

Morganilainen geeniteoria, populaatiogenetiikan synty ja moderni synteesi saattavat vaikuttaa kaukaisilta, korkeintaan historioitsijoita kiinnostavilta perinnöllisyystieteen varhaisvaiheilta. Tämä johtuu kehityskulusta, jonka käynnisti Francis Crickin ja James Watsonin vuonna 1953 julkaisema artikkeli "Molecular structure of nuclear acids: a structure of deoxiribose nucleic acid". Artikkeli esitti sittemmin vahvistuneen, kromosomeissa olevien DNA-molekyylien rakennetta koskevan "kaksoiskierre"-hypoteesin. Sen nojalla tuli ymmärrettäväksi, että DNA voi yhtäältä sisältää solujen rakenneosien edellyttämän informaation ja toisaalta kopioitua itsensä kaltaisena (eli "replikoitua"). Hypoteesin mukaan geenit ovat DNA-pätkiä, ja niistä kutakin vastaa yksi ominaisuus, nimittäin kunkin geenin koodaaman entsyymin rakenne. Samalla syntyi uusi tutkimushaara, molekyyligenetiikka, joka oli lähivuosien ja -vuosikymmenten kuluessa aiheuttava geneettisen koodin rakennetta ja koodauksen molekulaarisia mekanismeja koskevien keksintöjen ansiosta mullistuksen biologisessa tutkimuksessa. Perinnöllisyyden mekanismien paljastuminen on tehnyt mahdolliseksi kehittää yhä uusia, entistä täsmällisempiä ja hienostuneempia tutkimustekniikoita sekä moninaisiin suuntiin haarovia tuotannollisia sovellutuksia.

Aika näyttää, mitkä geeniteknologiaan nojautuvista tuotto- ja hyvinvointilupauksista ovat realistisia ja mitkä eivät. Biologiselle perustutkimukselle molekyyligenetiikalla on joka tapauksessa ollut täysin keskeinen merkitys. Tähän sisältyy kuitenkin kiinnostava paradoksi: mitä pienipiirteisemmällä tasolla periytyvyyden molekulaarisista mekanismeista on päästy perille, sitä ilmeisemmin koko menestystarinan taustana oleva, Morganin koulukunnalta periytyvä geeniteoria on osoittautunut kyseenalaiseksi.

Mistä on kysymys? – Taustaksi on ensiksi huomattava, että Crickin ja Watsonin jälkeinen molekyyligenetiikka omaksui morganilaisen "geenin" *valmiina intellektuaalisena konstruktiona*. Sen mukaan geenit *ovat* yksikäsitteisesti rajautuvia, toisistaan erillisiä materiaalisia entiteettejä, joista jokaisella on yksikäsitteinen vaikutus kehittyvän yksilön ilmiasuun. Klassinen mielikuva on, että geenit sijaitsevat kromosomeissa toistensa perässä kuten helmet kaulanauhassa.

Tämä mielikuva säilyi vallitsevana vielä molekyyligenetiikan läpimurron jälkeen aina 60-luvun loppupuolelle asti mutta on sittemmin osoittautunut hyvin harhaanjohtavaksi. Organismien genomiin sisältyy niin sanottuja siirtyviä geenejä (eli "transposoneja"), jotka voivat ilmeisen spontaanisti johtaa perintöaineksen uudelleenjärjestymiseen ja jopa "geenien" siirtymiseen organismista toiseen. Tähän ilmiöön geeniteknologia itse asiassa perustuu. Erityisen mielenkiintoista on, että Barbara McClintock löysi ilmiön jo 50-luvun alussa, mutta hänen tuloksiaan ei otettu vakavasti koska ne olivat valtavirtanäkemyksen kanssa jyrkässä ristiriidassa.

Formula "yksi geeni – yksi entsyymi" tuotti voimallisimmalle puolestapuhujalleen George Beadlelle Nobel-palkinnon vuonna 1958. Geeniteknologian tuottama empiirinen aineisto on kuitenkin osoittanut kaavan harhaanjohtavaksi. Yksi ja sama DNA-juoste ei kaikissa olosuhteissa tuota tuloksekseen yhtä ja samaa entsyymiä, vaan lopputulokseen vaikuttaa DNA-juostetta "tulkitseva" solun mekanismi. Geenien toiminta on kontekstuaalisesti määräytynyt; soluympäristö, jossa määrätty DNA-juoste sijaitsee, vaikuttaa lopputulokseen eli "geeniekspressioon".

Vakiintuneen geenikäsityksen kanssa ristiriidassa on myös seuraava seikka: Yksilönkehityksen käynnistymistä hedelmöittyneessä munasolussa ohjaa munasolun fysiologinen koneisto, joka tietenkin on sellaisenaan peräisin kehittyvän

yksilön äidiltä, ei suinkaan munasolun tumassa oleva geenistö. Tämä on ollut kehitysfysiologien tiedossa jo pitkään, mutta ilmiön merkitystä periytymisen mekanismin kannalta ei ole oivallettu – epäilemättä morganilaisen geenikäsityksen vahvan aseman vuoksi. Kuitenkin sillä seikalla, että uuden yksilön kehityksen alkuvaiheessa sen tuma on täysin inaktiivinen – esimerkiksi banaanikärpäsen kohdalla 13 ensimmäisen solunjakautumisen ajan – on periytyvyyden mekanismien tulkinnalle mitä suurin merkitys. Yksilönkehityksen alkuvaiheita ei kontrolloi kromosomeissa olevien nukleiinihappojen "sekvenssi-informaatio" vaan munasolun muiden osien "topologinen informaatio". Tulkinta, jonka mukaan kromosomien DNA-juoste sisältää "ohjelman" jonka yksilönkehitys "toteuttaa", *ei voi olla kirjaimellisesti tosi*. Perinnöllisyystieteen oppikirjoissa toistettu väittämä "nukleiinihappo on ainoa perinnöllisen informaation sisältävä molekyyli" (lainaus Veikko Sorsa et al., "Perinnöllisyys", WSOY 1979: 19) *ei voi olla kirjaimellisesti tosi*.

Toisin sanoen, kehittyvän yksilön kromosomeissa oleva DNA – siis sen geenistö – ei yksinään saa aikaan yhtään mitään, vaan geenistön sisältämä informaatio muuttuu merkitykselliseksi vain elävän munasolun fysiologisen koneiston vaikutuksesta. Vakiintunut kaava "perimä ohjaa yksilönkehitystä" voitaisiin korvata kaavalla "yksilönkehitys säätelee perimän ilmenemistä". – Mutta asian ydin on tietenkin siinä, että kumpikin kaava on sellaisenaan harhaanjohtava. Olennaista on nähdä perimän ja yksilönkehityksen erottamaton yhteenkietoutuminen.

* * *

Modernin perinnöllisyystieteen ytimessä on ollut pysyvästi käsitteellisiä ongelmia, jotka ovat aiheuttaneet tutkimustulosten yksipuolista tulkintaa.

Tieteenalojen historiat kirjoitetaan useimmiten vallalla olevien teorioiden näkökulmasta, voittajien historiana. Tie nykyiseen tietämyksen tilaan kuvataan yksilinjaisena vaikkakin ehkä polveilevana kehityksenä. Historiassa esiintyneet poikkeavat näkemykset työntyvät sivuun ja näyttävät vääristymiltä. Eriytyviä näkemyksiä on kuitenkin useimmiten esitetty, myös alojen teoreettisten perusväittämien suhteen. Mutta koska tutkimusperinteet lepäävät teoreettisten väittämiensä varassa, näihin suuntautuneen kritiikin on kaikkein vaikeinta tulla jälkikäteen tunnistetuksi, saatikka tunnustetuksi. Tutkimusperinteitä konstituoivien väittämien hyväksyminen ja omaksuminen määrittää "tieteen" ja "yksityisajattelun" rajan.

Modernin perinnöllisyystutkimuksen keskeinen postulaatti on Morganin laboratoriossa kehittyneeseen geeniteoriaan sisältyvä perimän ja yksilönkehityksen tiukka erottaminen. Tätä kritikoitiin runsaasti 20- ja 30-luvuilla, mutta tämä kuitataan valtavirran oppikirjoissa muutamalla halveksivalla viitauksella lamarckismiin ja ehkä Lysenkoon. Kuitenkin geenimanipulaatioon nojautuva kehitysfysiologinen tutkimus on tuottanut selviä osoituksia siitä, että kritiikki on ollut oikeutettua.

Tieteenalat ovat historiansa ehdollistamia, myös laboratoriotutkimukseen nojautuvissa luonnontieteissä. Eri alojen itseymmärryksen kannalta onkin mitä keskeisintä kysyä, millaisten tekijöiden vaikutuksesta vallitsevat teoriat muodostuvat vallitseviksi – miten tutkimusperinteet vakiintuvat (tai "stabiloituvat", Ian Hackingin termein). On uskottavaa, että stabiloitumisen tuottavat tekijät vaihtelevat eri aloilla. Perinnöllisyystieteen kehityksessä tärkeätä on ollut organismien, tutkimusmenetelmien sekä teorian yhteenosuvuus ja keskinäinen vuorovaikutus.

Morganin koulukunnan keskeinen työkalu oli banaanikärpänen. Kaikki organismit eivät kuitenkaan ole banaanikärpästen kaltaisia. Morganin teoreettisia postulaatteja olisi ollut vaikeampi hyväksyä, jos tutkimuskohteena olisivat olleet muuntyyppiset organismit. Barbara McClintock esimerkiksi tutki maissia.

Sanalla sanoen, "geenejä" on ollut monia. Koska "geeni" on ollut ja on teoreettisesti postuloitu yksikkö, sen täsmällinen sisältö on määrittynyt ja määrittyy käyttöyhteyden mukaan. Jopa sellaiset perinnöllisyystieteen historian koko kuvassa hyvin lähellä toisiaan olevat tutkijat kuin R. A. Fisher ja Sewall Wright, molemmat matemaattisen populaatiogenetiikan tunnustettuja perustanlaskijoita, ymmärsivät "geenin" eri tavoin. Wright korosti geenien interaktioita huomattavasti enemmän kuin Fisher. Ero on kylläkin vähäinen, mutta teoreettisesti merkityksellinen.

Mikä näistä monista "geeneistä" on oikea geeni? – Kysymys on virheellisesti asetettu. Jokainen määrätty geenikäsitys on vaikuttanut oikealta taustanaan olevan teoreettisen näkemyksen ja empiirisen aineiston leikkauspisteessä. Näitä leikkauspisteitä on ollut, ja on edelleen, lukuisia. Ulottuvillamme ei ole koko kehityksestä riippumatonta Arkhimedeen pistettä, josta käsin voisi lausua lopullisen arvostelman eri geeninäkemysten oikeudellisuudesta ja virheellisyydestä.

Palatkaamme vielä Mendeliin. Vallalla oleva tulkinta, että Mendel oli yksinäinen, aikaansa edellä oleva nero, on sekin vallalla olevan teorian tuote. Ajatus Mendelistä nerokkaana ennakoitsijana, joka luostarinsa rauhassa yksikseen risteytti herneitä ja hahmotteli myöhemmin sitovasti paljastuneita luonnon säännönmukaisuuksia, lisää nimittäin noiden säännönmukaisuuksien luotettavuutta. On hankalampi ajatella, että Mendel itse asiassa edusti aikanaan tärkeätä tutkimusperinnettä, joka kuitenkin oli syrjässä nykypäivän näkökulmasta valtavirtana näyttäytyvästä kehityksestä. Vielä hankalampi on ajatella, että mendelististä genetiikkaa sen "uudelleenlöytymisen" jälkeen itse asiassa kehitettiin valtavirran – siis darwinismin – vastaisena argumenttina. Mendelin ura tarjoaa lisäksi kouluesimerkin teorian ja organismin yhteenkuuluvuudesta. Saatettuaan herneristeytyksensä päätökseen hän nimittäin jatkoi kokeita keltanoilla (*Hieracium*-suku, voikukan sukuisia mykerökukkaisia), mutta tulokset eivät lainkaan muistuttaneet herneristeytysten tuloksia. Nykyisin tiedämme tämän johtuvan siitä, että keltanoiden lisääntymis- ja periytyvyysjärjestelmät poikkeavat huomattavasti mendelistisen mallilajin, herneen, geneettisestä mekanismista.

Monet tieteenhistorioitsijat ovat havainneet, että biologisessa tutkimuksessa käytetyt käsitteet ovat olleet erityisen läheisessä vuorovaikutuksessa kulttuuristen ja yhteiskunnallisten näkemysten kanssa. Biologisilla metaforilla on kulttuurista voimaa, ja päinvastoin, kulttuuriset metaforat muovaavat biologista ajattelua.

Biologiset käsitteet nojautuvat esimerkiksi usein tavattoman vanhaan aatehistorialliseen perintöön. Darwinin "pangeeni" periytyy Hippokrateen korpuksesta. Koska "eläimen" ja "ihmisen" raja on lisäksi kautta aikojen ollut ristiriidoilla ladattu, näkemykset ihmisen "eläimellisen" perustan luonteesta ovat kulttuurisesti määrittyneitä. Biologista evoluutioteoriaa koskevat kiistat antavat tästä jatkuvasti todistuksia.

Biologian "kulttuurinen herkkyys" heijastuu myös biologisten teorioiden omaan kehitykseen sen kautta, millainen tulkinta terioiden peruskäsitteille annetaan. Geenin ja yksilönkehityksen, eli geno- ja fenotyypin jyrkkä erottaminen toisistaan on sukua kulttuurissamme vallitsevalle kulttuuri/luonto (sielu/ruumis) -dualismille. Filosofisen metafysiikan näkökulmasta morganilainen geeni on kantilainen entiteetti: organismi puhtaana, ilman ympäristön tuottamaa hälyä ja sekasotkua,

organismi *an sich*. Ajatus genotyypistä "ohjelmana", jonka organismin kehitys "toteuttaa", on lisäksi yhteensopiva automaattiseen tietojenkäsittelyyn assosioituvan "informaatio"-näkymyksen kanssa. – Hallitsevat ajattelutavat ovat moninaisia, ja ne saattavat vieläpä olla keskenään ristiriitaisia. Huomattakoon lisäksi, että ohjelmametafora on ylimalkaan tavattoman harhaanjohtava, koska "informaatio" oletetaan siinä absoluuttiseksi, kontekstista riippumattomaksi ilmiöksi. Tässä ei ole päätä eikä häntää.

Tieteen peruskäsitteisiin liittyvien tulkinnallisten ristiriitojen vuoksi kannattaa palata klassikkoihin. Uusien käsitteiden kehittäjät ovat nimittäin useimmiten olleet selvillä niihin sisältyvistä epäselvyyksistä paremmin kuin seuraajansa. Wilhelm Johannsen esimerkiksi korosti, että hänen "geeninsä" oli "täysin vapaa hypoteeseista", eli pelkkä käsitteellinen nimi eräille perytyvyyttä koskeville havainnoille. Morganin koulukunnan "geeni" sen sijaan tuli nopeasti vahvoilla substantiaalisilla olettamuksilla ladatuksi.

Myös Darwiniin kannattaa palata. Hänen evoluutioteoriansa kulmakivi on luonnonvalinta, jonka moderni synteesi on välittänyt nykyisen evoluutokäsityksen perustaksi. Luonnonvalinnan merkityksestä vallitsee laaja yksimielisyys, mutta kiistanalaisempaa on, onko luonnonvalinta evoluution ainoa mekanismi. Käsitykset, joiden mukaan geenit ovat autonomisia yksilönkehitykseen nähden ja perimä on organismien ominaisuuksien suhteen ehdottoman määräävä, ruokkivat olettamusta luonnonvalinnan yksinomaisuudesta. Näillä näkemyksillä on darwinismin mittainen historia. Sen alkupäätä edustavat sosiaalidarwinismi ja eugeniikka ja nykyaikaisia muunnoksia sosiobiologia ja muut geneettisen determinismin virtaukset. Darwin kuitenkin kirjoitti *Lajien synnyn* johdannon loppuun lajien muuntumista aiheuttavista tekijöistä täsmennyksen, joka kannattaa palauttaa mieleen: "Furthermore, I am convinced that Natural Selection has been the most important, but not exclusive, means of modification."

Geeni(e)n opetus? – Luonnontutkimus on läpeensä historiallista.

KIRJALLISUUS

Buss, Leo W. 1987. *The Evolution of Individuality*. Princeton: Princeton University Press.

Clarke, Adele E. & Joan H. Fujimura, toim. 1992. *The Right Tools for the Job. At Work in Twentieth-Century Life Sciences*. Princeton: Princeton University Press.

Depew, David J. & Bruce H. Weber 1995. *Darwinism Evolving. Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*. Cambridge, Ma.: MIT Press.

Hacking, Ian. 1992. "The Self-Vindication of the Laboratory Sciences". Teoksessa: Andrew Pickering (toim.), *Science as Practice and Culture*. Chicago: University of Chicago Press.

Haraway, Donna 1997. *Modest_Witness@Second_Millennium. FemaleMan© Meets OncoMouse™. Feminism and Technoscience*. New York: Routledge.

Keller, Evelyn Fox 1983. *A Feeling for the Organism. The Life and Work of Barbara McClintock*. New York: W.H. Freeman.

Keller, Evelyn Fox 1995. *Refiguring Life. Metaphors of Twentieth-Century Biology*. New York: Columbia University Press.

Keller, Evelyn Fox & Elisabeth A. Lloyd, toim. 1992. *Keywords in Evolutionary Biology*. Cambridge, Ma.: Harvard University Press.

Mayr, Ernst 1982. *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution, and Inheritance*. Cambridge, Ma.: Belknap Press.

Olby, Robert 1985. *Origins of Mendelism*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.