

Tartu Ülikool
Filosoofiateaduskond

**Geenikeskse lähenemise viletsusest: biofilosoofilisi ja biosemiootilisi
tähepanekuid**

Essee aines "Bioloogiafilosoofia"

Raivo Alla

Tartu, 2017

“Esiteks pole DNA isepaljunev, teiseks ei tee ta mitte midagi, ja kolmandaks ei määra ta ära organismide kujunemist.”

(R. Lewontin)

Eelmisel aastal vahendas *Huffington Post* eestlasest biosemiootiku Kalevi Kulli nn post-darvilistlikku seisukohta¹:

Is this a radical change in biology what is going on now? The contrast is quite clear, if we look at how evolutionary innovation is described. Either innovation begins from a new mutation, followed by newly behaving phenotype, which is amplified by natural selection (this is what the neo-Darwinian model suggests), or innovation begins from a change of function (with habitat choice, or resource choice, etc.) first stabilised by epigenetic or ecological inheritance and followed by fixation due to mutational noise (which is what the new model states, let us call it the post-Darwinian model).

Et kohe Kalevi Kulli ärritanud asja juurde hüpata, käin välja provotseeriva avangu: neodarvinistlik paradigma on ühel või teisel moel geeni kontseptsiooni lõksus, st olenemata sellest, kas ollakse geneetilised deterministid või mitte, eeldatakse, et loodusliku valiku aluseks on geeni juhuslik mutatsioon, mis siis pimesa loodusliku valiku rüpes kas osutub elujõuliseks või mitte. Selline pimesa kobamine, nähtuna evolutsiooni põhilise alusjõuna, oleks ääretult ebaefektiivne viis elu edendamiseks ja molekulaarbioloogia pakubki mitmeid näiteid, mis seda ühekülgset keerukustavad nõnda suurel määral, et tuntavale osale kaasaegsetest evolutsiooniteoreetikutest on neodarvinistlik paradigma juba nõnda kitsaks jäänud, et selle hädadest polevat produktiivne enam rääkidagi².

¹Olles ajendatud *Royal Society Evo Meeting* korraldajate “leebest tsensuurist”, mis püüdis takistada ilmumast kolleegide poolt ürituse üleskutses väljendatud arvamusel, et evolutsiooniuuringutes on parasjagu käimas paradigmaatilise nihe. Tsenseerimist nõudev evolutsiooniteoreetik (nagu kuuldavasti teisedki “vanas paradigmas” teadusartikleid ja raamatuid kirjutanud) pooldas pigem Lakatosi “uurimisprogrammide” terminoloogiat, mis võimaldab sõbralikumalt koos-eksistentsi erinevate uurimisprogrammide vahel, mis pole niivõrd kvalitatiivselt erinevad, vaid sujuvamalt üksteisesse sulanduvad ja üksteist täiendavad. (Mazur 2016)

²*The world beyond neo-Darwinism is so creative and beautiful, that we now don't really care about trying to convince the neo-Darwinists* (Ho 2015)

Kuid käesolevas essees tuleb ka sisuliste argumentide juurde jõuda ja nõnda võtangi vaadata geenikeskse lähenemise viisid ja vead. Ja ka sellise lähenemise kasulikkuse: molekulaarbioloog ja biosemiootik Jesper Hoffmeyer on oma raamatus *Biosemiootika. Uurimus elu märkidest ja märkide elust* kirjutanud: *Huvitav on see, et nimelt Dawkins ja tema mõttekaaslased aitasid sillutada teed eluprotsesside biosemiootilisemale mõistmisele. Sest katses nõutada geenivaliku teooriale vajalikku eluruumi käisid nad välja mitmeid jõulisi argumente tõestamaks, et organismi pidamine bioloogia baasühikuks on lootusetult antropomorfistlik konstruktsioon.*

Seni oli teadlaskonnas küllalt levinud kohastumuste käsitlemine organismi evolutsioonilise baasühikuna (nendega diskuteerisid grupikohastumuste apologeedid). Alles Dawkins populariseeris (aga ka radikaliseeris, tehes organismist pelga sõiduki geenide tarbeks) idee, et evolutsiooniprotsessis on primaarne geneetiline valikutasand. Samuti lõdvendas Dawkins genotüüp-fenotüüp jäika polaarsust oma laiendatud fenotüübi kontseptsiooniga, mis on seletusjõuline hoolimata sellest, et on seatud geenide kui agentsete replikaatorite teooria teenistusse. Okasha kriitika kohaselt ajas Dawkins oma raamatus *The Selfish Gene* segi pärilikkuse ühiku loodusliku valiku ühikuga, st õilistades geene loodusliku valiku põhiüksusteks, rääkis ta tegelikult geenidest kui pärilikkuse kandjatest. Sellisest sasipuntrast sündis segadusttekitav dihhotoomia: replikaatorid vs sõidukid/interaktorid. (Okasha 2008: 144)³.

On ahvatlev pidada mingit valikutasandit ainuvõimsaks ja grupi, organismi ning geeni tasandile võib lisada ka rakuliinide tasandi, millise primaarsuse üle on teoretiseerinud Yale'i ülikooli bioloog Leo Buss. Buss kirjeldab, kuidas olusvõitlus toimub rakuliinide vahel, kus mingid koerakud vahavad teiste arvel ning on sunnitud kompromissidele. Nn “võitlus” toimuks justkui ka rakutasandil. Näitena võib tuua närvirakkude arengu embrüogeneesis, kus organismi organid “meelitavad” endale ligi aju närviühendusi, milliste moodustamiseks hunnik neuroneid aksonite välja sirutudes tormleb “sünaptilises konkurents” ühendusi looma (Hoffmeyer 2014: 401): selles konkurents allajäänud neuronid hävitatakse kui organismile mittevajalikud⁴.

3 Hoffmeyeri kriitika kohaselt toetus Dawkins mitte biokeemilisele, vaid evolutsioonilisele geenikontseptsioonile, mille hädasid on teravmeelselt kritiseerinud (Hoffmeyer 2014:125-126)

4Fakt, et inimolendi neokorteksis on sedavõrd palju neuraalset olust, on tõepoolest omamoodi ime, mis tugineb paari geeni mutatsioonil, mis võimaldavad teatud arengufaasis ajurakkudel intensiivsemalt moodustuda selliselt, et neid ebavajalikena kohe maha ei tapetaks; nõnda jõuavad nad enda olemasolu õigustada, luues funktsionaalseid ühendusi teiste ajuosadega.

Samir Okasha artiklis on kirjutatud, et erinevate valikutasandite idee on tegelikult üsna vana ja lisaks Darwinile (kes oletas, et valik võib toimuda organismist kõrgematel tasanditel) mängis teisel moel selle mõttega ka Weismann, kes postuleeris pärilikkuse osakeste, “determinantide” olemasolu.

Kuid keskendudes isekale replikaator-geenile saab lisaks mitmetele valikutasanditele näha probleeme ka mujal. Dawkinsi poolt geenidele asetatud vastutuse koorem olla evolutsioonilise arengu põhiline agent on ränk. Esiteks pole tänapäeval geeni olemus üldsegi selgelt defineeritav⁵. Geeni mõiste ajaloolise transformatsiooni käigus on ta ennast algest abstraktselt fenotüübilisi tunnuseid määravast mitte-füüsilisest olemusest lahti murdnud asjastatud kujule füüsilisse maailma (geen kui lõiguke DNA-d), kus molekulaarbioloogiliste uuringute tulemusel on muuhulgas selgunud, et:

- geen tavatseb olla mitmete fenotüübiliste tunnuste määraja
- üks fenotüübiline tunnus võib olla kujundatud tuhandete geenide poolt
- toimub geeniosade loominguline splaissimine (osa nukleotiidjärjestusi eemaldatakse)
- geenide sisse-välja lülitamine sõltuvalt keskkonnast või ontogeneesi vajadustest (nt metülatsioon); osa sellistest epigeneetiliselt tekkinud markeritest on ka päritavad järglastele.
- proteiine kodeerivate geenide häbiväärselt väike osakaal inimese genoomis (2 - 5%); ülejäänud on kas bioloogiliselt aktiivsed regulaator-geenid või seni tuvastamata funktsiooniga: osade teoreetikute hinnangul on tegu nn reserveeritud mäluruumiga tulevikus evolveeruvate tunnuste majutamiseks.
- proteiinide transleerimisel lisatakse sageli sõltuvalt keskkonna vajadustest glükoosijääke või fosfaatrühmasid (glükolüüs, fosforüülimine), muutes sellega (“geeniplaanist” sõltumatult) oluliselt valguprodukti biokeemilisi omadusi.

Et geen saaks täita iseka olemisõigust nõudva replikaatori rolli, peaks ta kõigepealt iseseisva identiteeti hoidva üksusena eksisteerima. Replikaatori rolli täitmiseks on DNA üldisemalt biokeemiliselt passiivne: ta on mõeldud vaid kontrollitud tingimustes lugemiseks ja ehkki Weismanni barjäär (mis ütleb, et elu jooksul omandatud informatsiooni ei saa DNA-sse

⁵ Geeni mõiste ajaloolisest kujunemisest saab ülevaate Stanfordi filosoofia-entsüklopeediast (Rheinberger; Müller-Wille; Meunier 2015). Samal teemal on kirjutanud ka Hoffmeyer (Hoffmeyer 2014: 124-125)

kirjutada) tänapäevaste epigeneetiliste tähelepanekute valguses on mõneti mõranenud ⁶, on DNA kaksikheeliksi formatsioon loodud siiski turvaliseks tõkkeks juhuslike reaktsioonide takistamiseks.

Kuid geen ise ei replikeeri: ta on vaid mälusisu raku/organi/organisimi teenistuses, millelt loetakse “nukleotiidset pärimust” oodatava keskkonna kohta, mis võib olla järglasel teinekord küllalt erinev eellase omast. Oleks vääri kujutleda genoomi kui mingit etteantud programmi, mis IF-THEN-ELSE laadsete loogiliste operatsioonide mehaanilisel lahtirullimisel eestleitud keskkonnaga kui kasutajaliidesega suhtluses olles organismi üles ehitavad.

Siin jõudsin ma replikaatori probleemist (st geen kui “isekas agent”) geneetilisest determinismist veidi leebemale vormile, mis seisneb klassikalisest geneetikast nakatatud kujutluses nagu kodeeriks geen mingit informatsiooni, mida programmina käivitada. Edasiviiva metafoorina kõlbab see mingiks tarbeks küll, aga selle kujundlikkust ei tohiks unustada. Liiatigi arvestades pseudogeenide või mitte-kodeerivate DNA-lõikude (vana kõnepruugi järgi *junk*-DNA) märkimisväärset hulka⁷.

Ja ega geenide auväärst tõsta ka see tõik, et DNA-materjali on näiteks kärnkonnal rohkem kui inimesel. Evolutsioonibioloog Elisabet Sahtouris (üks Gaia teooria eestkõnelejatest) ongi kirjutanud: *alates hulkraksetest olenditest näib DNA areng seisnevat muutustes regulaatorgeenides, mis organiseerivad lihtsaid geene keerukamateks geneetilisteks mustriteks* (Sahtouris 2009: 123). Geene oleks seega mõttekas näha relatsiooniliste struktuuridena, mis avalduvad alati kontekstuaalselt (nt ühe ja sama geeni poolt produtseeritav proteiin võib tugevasti sõltuda sellest, millise koe rakuga on tegemist).

Biosemiotik Jesper Hoffmeyer on embrüogeneesi kohta kirjutanud: *Teiste sõnadega pole arenguprotsess mitte käskluste täitmise protsess, vaid enese kalibreerimise protsess. Sellisena toetavad seda alati loomulikult käepärast olevad valgulised ressursid, mida rakk võib igal hetkel tootma hakata, aktiveerides selleks vastava lõigu oma geneetilisest raamatukogust.*

6 Tees “omandatud tunnused pole pärilikud” toetub dogmale, et somaatilistes rakkudes elu jooksul tekkivad muudatused ei ole kirjutatavad sugurakkudesse. Ent taamatu Biosemiootika. *Uurimus elu märkidest ja märkide elust* peatükis *Lamarckismi vari* visandab Hoffmeyer kenasti uus-lamarckistliku positsiooni võimalused, mida tavatsetakse naeruvääristada (“tänapäevaste darvinistide jaoks on *juhuslike mutatsioonide* vool koos *samast liigist organismide vahelise konkurentsiga* kõik, mida me vajame..”). (Hoffmeyer 2014: 305-310)

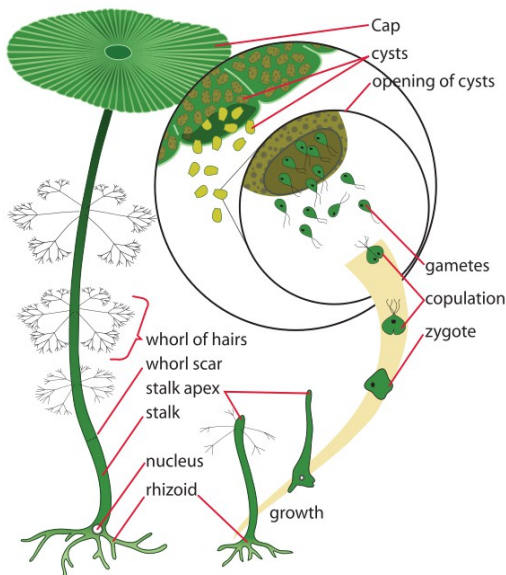
7 Lenny Moss on siin pakkunud leevendust, soovitades vahet teha P-geeni ja D-geeni kontseptsioonil. Kui P-geen oleks fenotüübilistesse tunnustesse panustav (geen “klassikalises” tähenduses), siis D-geen viitaks laiemale transkriptsiooniüksusele, mis kaasab geeni produktide (RNA, valgud) moodustamiseks tarvilikud kõik molekulaarsed ressursid (sh seni epigeneetilisteks nimetatud faktorid).

(Hoffmeyer: 163). Niisiis oleks vale öelda, et geenisilpidest raamatut kirjutav organism oleks kuidagi isekate geenide sattumuslik sõiduk - tähestik ise ei kirjuta raamatut, autor (organism; rakud) sageli valib loomeprotsessis välja nii tarvisminevad sõnad kui ka lausestuse ja stiili. Niisiis geenide tähestik ei programmeeri olendit valmis, küll aga on kitsendatud raamatu sisu kui meil pole võimalik nt i-tähte seal kasutada.

Bruce Lipton on oma teoses “Uskumused ja bioloogia” vaibumatult (ja ehk isegi liigselt esoteerilise innuga) korrutanud, et elu bioloogilisel mõtestamisel peaksime geeni asemel lähtuma ennekõike rakumembraanist, mis vahendab keskkonnast tulevaid signaale ja on rakutuuma asemel selleks “ajuks”, millest lähtudes midagi tähenduslikku sünnib⁸ (Lipton 2009). Hoffmeyer on sõnastanud selle nii: *elusad rakud kasutavad membraanide abil DNA-d, et ehitada üles organism, mitte vastupidi* (Hoffmeyer 2014: 63).

DNA käib käsikäes raku(membraaniga) ja nt (membraanita) viiruski ei suuda paljuneda peremeesorganismi abita. Ehk siis, nõndakui inimese nahk organismi tasandil, on ka rakumembraan selleks homoöstaatilist tasakaalu hoidvaks pinnaks, milles olevad retseptorid hoiavad meid liigipärasest suhtluses maailmaga, vahendades keskkonnaolusid ja organismi või

Joonis: *Acetabularia acetabulum*-i struktuur ja elutsükkel. Allikas: Wikipedia.



kudede vajadusi. Nende vajaduste edastamisel hakkab raku tööle vajalikkude valkude kokkuklopsimise protsess. Ometigi - kui tsütoplasmas on vajalik materjal juba olemas, siis pole rakutuuma poole asjagi. Kui aga on tarvis meelde tuletada see retsept, kuidas seda konkreetset valku valmis ehitada, siis pannakse tööle DNA-transkriptsiooni ja RNA-translatsiooni ahelad.

Huvitav ja lihtne näide on siin ühe ainurakse vetika *Acetabularia acetabulum* näol (vt Joonist). Selle kübaraga seenekujulise olendi võib kolmeks lõigata: üks tükk on kübar, teine vars ja kolmas risoidne jalus koos

⁸ Geenikeskne *replicator-vehicle* või *replicator-interactor* polaarsus jätabki arvestamata teised organiseerumistasandid: nt rakumembraan või rakk kui keskkonda (organismi sise-või väliskeskkonda) vahendav üksus.

rakutuumaga. Üllataval kombel suudab keskmine tükk ehk pelk vars kasvatada endale seejärel uue kübara, ilma et tal oleks mingit geneetilist infot, millele toetuda. Kui vars on aga oma valkude varu morfogeneesiprotsessis ära kulutanud, hääbub ta ja trikki korrata ei suuda (Hoffmeyer 2014: 175-177). See on katseliselt kinnitatud tõsiasi ja viitab sellele, et organismi ontogeneetiline ehitusplaan ei kuulu geneetilisse ainupädevusse. Geenid mängivad siin vaid niipalju rolli, et nendest tuntakse puudust kui uute valkude sünteesimise retseptiraamatust, mis läks kaotsi. Rakk teab, kuidas ennast kui maja püsti ehitada, kuid ehituskivide valmistamise tehnoloogia on peidus rakutuumas.

Nüüd ühest teisest hädast, milleni sai eespool juba natuke teed rajatud. Natuke ülekohtust hinnangulisust endale lubades võib utreerida: Dawkinsi argument, et vaid geenid elavad suhteliselt vigadeta üle DNA-replikatsiooni ja kulgevad kvaasisurematutena põlvest põlve on umbes sama, mis väita, et raamatukogude raamatud on kõik sekundaarsed, sest nad pole nii püsivad kui tähestik, mis nende kirjutamist võimaldas. Tekib siingi küsimus, misasi on see isekas stabiilse loomuga geen, mis surematust püüeldes identiteedist kinni hoiab ja endale keerukaid eluasemeid ehitab. Lisaks ülalmainitud lihtsustatult esitatud raskustele geeni olemuse määramisel⁹ on nt mitokondriaalse DNA mutatsioonikiirus suurusjärgudes suurem rakutuumas paikneva DNA omast - kas mtDNA puhul pole siis tegu “päris” geeniga? Veel on teada, et immuunsüsteemi lümfosüütide muteerumiskiirus peabki olema suur, et antikehadega võitlust pidada. Tegelikult kõige kõnekamaks näiteks kõlbavad siia ühed vanimad olendid Maal: bakterid, kes ei suudaks kuidagi nõnda kiiresti meie antibiootikumidele resistantsust kujundada kui bakteriaalne DNA oma identiteeti säilitada püüaks¹⁰. Enamgi, bakterite üleilmset kommet omavahel DNA-d vahetada¹¹ oleks kummaline keerata tagurpidi ja kirjeldada toimuvat kui geenide kommet ennast baktereid pidi sõidutada.

Genotsentrilisest maailmapildist eemaldudest on evolutsioonibioloog Lynn Margulise poolt juba 1960-ndatel esitatud endosümbioosi hüpotees, mille järgi ATP-energiamolekule sünteesivad mitokondrid (nagu ka mõned teised rakuorganellid, nt kloroplastid taimedes) olid algselt bakteritest sissetungijad, kes pikkamisi löid peremees-bakteriga sümbiootilise suhte

9 *Esp* proteiine mitte-kodeerivate pseudogeeni vohamine genoomis, RNA *splicing* ja *editing* ning rakuorganellides toimetav fosforüülimine ja glükolüüsimine valgulise lõpp-produkti viimistlemisel.

10 Tegelikult, ka bakteritel võib olla oma immuunsüsteem ja ühe sellise uurimise tagajärjel sündiski ääretult efektiivne CRISPR-nimeline geenimanipulatsiooni tehnoloogia, mis on otsesõnu bakteritelt õpitud kõrgtehnoloogia.

11 Mida on nimetatud nii arhetüüpseks seksiks kui internetiks (Sahtouris 2009: 64-65)

(Sahtouris 2009). Osa mitokondriaalsest DNA-st sai rakutuuma DNA-sse üle kantud, osa DNA-d jäi edaspidigi mitokondriaalseks. See vaatenurk valgustab rakutasandi koostööd kõigi osapoolte huvides. Kuid siingi on isekate geenide hüpoteesi laadselt arendatud “isekate mitokondrite” teooriat: *Our proposal is that maternal mitochondria are the selfish “master” entities of the eukaryotic cell* (Agnati; Barlow; Baldelli; Baluska 2009)

Oleks siiski raske seletada, kuidas geenide (olgu siis rakutuumas või mitokondrites pesitsevate) olemistahet primaarseks pidades saaks üldse tekkida hulkrakne organism koos oma funktsionaalselt diferentseeritud kudede ja organitega. Just eluslooduse sümbiootiliste suhete valguses ei näe Hamiltoni seletus (suguluses olevate isendite suhtes) altruistliku käitumise kohta veenev¹². Sest selle all varitseb alles hiljem Dawkinsi poolt eksplitseeritud eeldus, et organismid on geenidele sõidukiteks ja lisaks toetutakse veel tol ajal üldiselt valitsenud tendentsile pidada elu evolveerumist esmajoones võitluslikuks (toimugu see siis mistahes tasandil). Jällegi, positiivseks võib pidada seda, et kohastumust ei vaadelda nüüd pelgalt organismi (või liigi) kasusaamise kontekstis, seetõttu võib geenitasandi protsessidest lähtumine olla heuristiliselt võimas lähenemine. Kuid - nagu eelpool juba lahatud, - ei ole kuigi usutav geenidesse projitseeritav agentsus ja üldse pole tänapäevase molekulaarbioloogia avastuste taustal põhjust jumaldada DNA-kaksikheeliksit elususe lähteks.

Hoopis tõenäolisemaks kipub hüpotees, et genoomi näol on tegu oodatava keskkonna kohta käiva stabiliseerinud infoga, mis muuhulgas seadestab ka organismi põhiplaani, mille nüansid kujunevad ontogeneesis välja pidevas koos-aktiivsuses keskkonnaga. Sellist lähenemist on nimetatud kõige üldisemalt *developmental systems theory (DST)* ja geenikesksele ainuvaatele kuulutab see kadu. Selle vaate üks emadest on ameerika psühholoog Susan Oyama, kelle raamatu *The Ontogeny of Information* võtab Hoffmeyer kokku lühidalt sedastusega, et *arenguprotsessid sõltuvad vägagi mitmesugustest allikatest pärinevast “informatsioonist” ning et geenid on kõigest üks neist allikatest* (Hoffmeyer 2014: 162).

Peagi lõpusirgele jõudes oleks värskendav püüda lähenemisnurki veelgi varieerida. Seistes evolutsiooni valikutasandite küsimuse ees, tõdeb Okasha diakroonilise perspektiivi olulisust (Okasha 2008: 152), mis küsibki selle järele, kuidas sellised keerukustuma kippuvad hierarhilised süsteemid tekkisid. Ülalmainitud hulkraksuse probleem on üks pinevalt uuritud ja taimeriiigis on rakkude vaheline koostöö leidnud üsna erineva lahenduse sellest, mida võime näha

¹²Hamilton lahendab altruismi “probleemi” sellega, et loob geenipõhise *kin selection* hüpoteesi, mis oletab grupsiseselt sooritatavate altruistlike tegude taga sarnastele geenidele teenete tegemist (Okasha 2009: 141)

nt loomariigis (erinevused põhinevad sellel, et taimed on autotroofsed ja loomad heterotroofsed organismid). Kuid viies perspektiivi veel fundamentaalsemale tasemele, tasub tõsiselt võtta ka Schrödingerist saati kimbatust tekitava teooriaga, et hulkraksuse ime ja elu evolveerumine üldse on allutatud paradoksile, mis termodünaamika teist seadust (TD II) justnagu trotsides seda tegelikult hoopis ellu viib (Hoffmeyer 2014: 79). Viimati on sellesuunalise arenguga kõneainet pakkunud MIT-noorteadur Jeremy England, kes teoretiseerib elu tekkepõhjuste füüsikaliste printsiipide üle ja väidab samuti, et TD II reegel võimaldab paradoksaalselt organismidel järjest keerukustada (luua madala entroopiaga alam-süsteeme), et saaks maksimaalselt palju energiat endast läbi lasta (nt ainevahetusprotsessis hajunud energia), st suurendada vastukaaluks entroopiat endast väljaspool (England 2013).

Võib-olla toob rohkem Maa peale Elisabet Sahtourise poolt vahendatud vene geoloogi Vladimir Vernatski idee, et elusloodus on kõik “hajutatud kivim”. Sellest mõtteilmast võrsunud Gaia-teoreetikud peavad Maad hiiglasuureks autopoieetiliseks (eneseküllaselt ennastehitavaks) süsteemiks, mis homoöstaatilist tasakaalu säilitada püüdes evolutsioonilises maailmatantsus liike sünnitab, suretab ja evolveerib vastavalt sellele, kuidas maised ja taevased ressursid võimaldavad. See perspektiiv sulatab võitluse ja koostöö nägemused evolutsioonist kokku: mingil kõrgemal tasemel on tegu ühesama harmoniseerumise protsessiga. Või, seda nägemust populariseerinud Elisabet Sahtourise sõnadega: *evolutsioon ongi see improviseeritud teisenemiste tants, milles ökoloogiline tasakaal töötatakse välja ikka uuesti ja uuesti* (Sahtouris 2009: 96).

Lõpetuseks geenide juurde tagasi siirdudes. Geenikeskse ajastu lõpul bioloogiateaduste esirinnas võidakse viimases hädas tuua klassikaline võrdlus Newtoni vs Einsteini füüsika paradigmat eelisest, kus viimane kaasab esimese kui erijuhu, mis “töötab” meile tavapärasel maailmas ja mille järgi saab normaalsetes tingimustes vettpidavaid arvutusi teha. Ja öelda evolutsioonibioloogias geenidest lähtumise õigustuseks midagi sarnast: geeniravis ja geenitehnoloogilises põllumajanduses sellised käsitlused käravad küll, meil pole tarvis jõuda süvamõistmiseni selleks, et poolikut tarkust juba rakendada. Paraku näib mulle, et just selles mõttes on geenide jumalikustamise kurbumäng kõige traagilisem. Grandirahasid ja meediahuvi meelitatakse kohale haiguste, kalduvuste, intelligentsuse jms omaduste geneetiliselt põlistatuteks kuulutamisega. Uus paljutootav geenimanipulatsiooni-tehnoloogia CRISPR võimaldab lisaks geenide peensättimisele edasi eksisteerida ka geenide kõikvõimsuse tavakujutlusel. Ja muidugi

on ravimifirmadel võimalik luua uusi patente ja taskukohatuid geeniteraapia vorme ning põllumajandusgigantidel GMO-de näol tulus orjanduslik äristrateegia tööle panna.

Selles kõiges pole süüdi geenid ega nende uurimine. Teadus areneb ikka komistades ja üles tõustes (ja jälle komistades jne) pilku takistusele heites. See, kas evolutsiooniteoreetiliste paradigmade või uurimisprogrammide hõõrumised põhjustavad tektoonilisi nihkeid või pindmisi maalihkeid, selgub ikka pikkamisi. Ja vahepeal on hea silma rõõmustada nende maastikega, mis sellistes paradigmaatilistes diskussioonides sünnivad. Mulle siiski näib, et geeniusksete monoliitne Gondwana manner on hakanud lagunedes juba täiesti uusi võimalusi viljastama.

Kasutatud kirjandus

Agnati, Luigi F; Peter W Barlow; E Baldelli; Frantisek Baluska 2009. *Are maternal mitochondria the selfish entities that are masters of the cells of eukaryotic multicellular organisms?*

Communicative & Integrative Biology. Mar – Apr; 2(2): 194 - 200

England, Jeremy L 2013. Statistical physics of self-replication. *The Journal of Chemical Physics*. 139, 121923.

Ho, Mae-Wan 2015. *No Boundary Really Between Genetic and Epigenetic* [Susan Mazur].
Huffington Post .

http://www.huffingtonpost.com/suzan-mazur/maewan-ho-no-boundary-between-genetic-and-epigenetic/_b_6944450.html

Hoffmeyer, Jesper 2014. *Biosemiootika. Uurimus elu märkidest ja märkide elust*. Tallinn: TLÜ Kirjastus.

Lipton, Bruce H 2009. *Uskumused ja bioloogia*. Tallinn: Pilgrim.

Mazur, Susan 2016. *Kalevi Kull: Censorship & Royal Society Evo Event*. Huffington Post.
http://www.huffingtonpost.com/suzan-mazur/kalevi-kull-censorship--royal-society-evo-event/_b_10797646.html

Sahtouris, Elisabet 2009. *Maailmatants*. Tallinn: Koolibri.

Okasha, Samir 2008. *The Units and Levels of Selection (Ch 8)*. A Companion to the Philosophy of Biology. Blackwell Publishing Ltd.

Rheinberger, Hans-Jörg; Müller-Wille, Staffan; Meunier, Robert. “Gene”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2015 Edition). Edward N. Zalta (ed.) ,
<https://plato.stanford.edu/entries/gene/>