

Novi pojmovni modeli gena

ARTUR ŠTERN, IGOR JERMAN

POVZETEK

Vsa dosedanja pojmovanja gena: molekularno-biološko, obče in tudi njegovo alternativno pojmovanje v okviru teorije sebičnega gena - se pod logično analitičnim drobnogledom pokažejo kot nezadovoljiva oziroma nekonsistentna. Pričujoči prispevek je poskus razviti nekaj novih pojmovnih modelov gena, ki nimajo več vsaj nekaterih slabosti klasičnega pojmovanja. Cilj tega pojmovnega razvoja je priti do definicije gena, ki bi ustrezala normalni uporabi tega pojma in ki bi bila neobremenjena z različnimi nekonsistencami. Prvi tu opisani model je revizija že uveljavljenega molekularnega gena. Sledi mu časovno-molekularni gen, ki še vedno predstavlja po eno samo molekulo funkcionalnega gena; v njem pa je poleg tega izpostavljen tudi že evolutivni vidik gena. Naslednji model predstavlja organizmski gen - le-ta sestoji iz vseh homolognih časovno-molekularnih genov v vseh celicah organizma - in zadeva organizmsko povezanost posameznih replik gena. Vesoljni gen združuje oba predhodna modela. Šele ta je prvi, ki povzema tisto najvažnejšo lastnost gena, zaradi katere je bil kot pojem sploh vpeljan, ki mu je dala ime in zaradi katere se tudi toliko ukvarjamo z njim - to je dednost. Zadnji model predstavlja gen kot informacijo. Šele informacija je namreč dejavni vidik gena, ki biva na ravni njegovih realnih potencialov. Gen tu postane dvojna bitnost: konkreten delec snovi in bolj splošen potencial.

ABSTRACT

NEW CONCEPTS OF THE GENE

Under a logical-analytical treatment all contemporary conceptions of the gene: molecular, general and alternative (in the framework of the selfish gene theory) prove themselves as unsatisfactory, being highly inconsistent. In this treatise we try to develop some new concepts of the gene, which do not show at least some of those weaknesses. We try to develop a definition of the gene which reflects the ordinary usage of this notion. First we introduce the revision of the already existing notion of molecular gene. It is followed by the notion of continuous-molecular gene, which still represents just one molecule of a functional gene, yet it already emphasizes the evolutionary aspect of the gene. The next model is the organismic gene - it consists of all homologous continuous-molecular genes from all cells of the organism - and points out the intraorganismic relatedness of individual replicas of a gene. The universal gene links both previous models. Only this one is the first to depict the most important characteristic of the gene, due to which it was introduced as a concept; from which it was given name and because of which it is still in the center of our attention - and that is heredity.

The last concept is the gene-as-information. Information is the only and truly active aspect of the gene, existing at the level of gene's realistic potentials. Here the gene becomes dual being: a piece of particular material and a general potential.

I. UVOD

1. Problematičnost pojma gen v njegovih dosedanjih obravnavanjih

Pojem *gen*, ki se je v tem stoletju močno uveljavil, je bil dolgo časa brez materialne referenčne substance; nanašal se je samo na svoje učinke. Sredi stoletja je bila končno odkrita njegova materialna substanca, DNA; pri razvitejših organizmih pa spadajo h genu po splošnem gledanju tudi nekateri proteini, ki obdajajo omenjeno nukleinsko kislino. A kljub temu ni vsebina samega pojma v resnici nikoli postala zares jasna. Gen se je namreč kazal kot vse bolj in bolj nedorečen pojem na molekularno-biološki ravni, in to pod vplivom številnih odkritij prav znotraj same molekularne biologije: odkritja intronov in transponibilnih elementov¹ ter večstranskega in večstopenjskega razrahljanja klasične naveze *en gen - en polipeptid (1)*.

Tudi gen kot obči pojem v strokovni rabi se, spričo svoje neeksaktnosti, ob podrobnejši logični analizi pokaže kot precej problematičen. Ob vsakem izgovorjanju te besede gre namreč za določeno nedoslednost, ki se kaže v več oblikah. Prva med njimi je **slnekdoha**, besedna zamenjava dela za celoto. Pri molekularni diagnostiki mutacij v DNA raziskovalcev seveda ne zanima ves gen, temveč le spremenjeni del. Tu prihaja zato do vsakodnevne pojmovne zamenjave nukleotida (ali kvečjemu razmeroma kratkega zaporedja le-teh) z genom - venomer se namreč govori o tem, da je nekdo odkril ta in ta gen, čeprav gre v resnici le za spremenjeni del gena. Druga nedoslednost občega pojmovanja gena je prekomerno posploševanje oziroma **indukcija**. Ta izhaja iz dejstva, da gena v živem organizmu, vsaj zaenkrat, ne moremo določiti; temveč to lahko storimo le tako, da ga vzamemo iz njegovega živega okolja, ga ubijemo in nato govorimo o tem, da smo diagnosticirali gen v organizmu - strogo pojmovno gledano pa to spet ni res. Tretji problem se kaže v besednih zvezah: *gen za to in to lastnost*. Pri tem gre za poimenovanje vzroka po posledici, se pravi za **metonimijo**. Na to se navezuje še problem **obstoja potencialnih bitnosti**. Ta se nam razgali, če se zavemo dejstva, da je gen za tako ali drugačno lastnost prisoten v skoraj vseh celicah organizma, še zdaleč pa v njih ne opravlja enake funkcije kot na mestu svojega osrednjega delovanja (ali pa tudi sploh nobene funkcije). Na primer: tako imenovani gen za modre oči obstaja pač tudi v epitelu kože na levem mezinu, od koder pa dejansko ne more vplivati na barvo oči. Tu je torej gen za modre oči povsem potencialna bitnost (1).

Tudi alternativni pojem *sebični gen (2)*, ki je navidezno reševal določena prej nerešljiva vprašanja, se je naposled pokazal kot problematičen. Osnovna trditev teorije o sebičnem genu je, da naravni izbor ne deluje na posamezne organizme, kot je trdil Darwin, še bolj gotovo pa ne na skupine ali celo vrste; temveč na mnogo manjše

1 Introni so nukleotidne sekvence znotraj gena, ki pa se nikoli ne prepisujejo v produkt, saj so izrezani iz sporočila (mRNA) preden pride do prepisa gena v protein. Transponibilni elementi pa so nukleotidne sekvence, ki se selijo z ene lokacije znotraj celičnega genoma na drugo.

enote, gene. Gen je tedaj osnovna enota evolucije, organizmi pa so le njegova začasna okolja, ki mu bistveno olajšujejo preživetje. Toda ob podrobnejši analizi se sebični gen pokaže kot zelo čudna entiteta: vsi materialni geni z enakim zaporedjem nukleotidov so pri tem obravnavani kot en gen. Funkcionalne zveze med njegovimi posameznimi replikami², ki je implicirana v sami njegovi definiciji in je zanj torej nujno potrebna, pa ni dokazal še nihče. Gen je tu obravnavan kot izrazito abstraktna bitnost. Poleg tega trpi teorija sebičnega gena tudi zaradi redundantnosti vzpostavitvenih kriterijev za ta gen, ki so: relativna nespremenljivost, relativna dolgoživost in plodnost. Hkrati namreč zatrjuje, da neka replika, kakor hitro mutira, ne spada več pod isti gen - to pa pomeni, da bi morala biti nespremenljivost postavljena kot absolutna, ne samo kot relativna zahteva. In kakor hitro gen ni več absolutno nespremenljiv, tudi ni več dolgoživ; in pred minutjem ga tako naposled tudi njegova plodnost ne more rešiti. Vsi trije naštetih kriteriji so torej odvečni. Glavni konceptualni problem sebičnega gena pa je, kot rečeno, njegova abstraktnost (1).

2. Pomen pojma gen v sodobni družbi

Razkritje globoke pomenske nedorečenosti dosedanjega pojma gena pri vseh njegovih naštetih oblikah uporabe - tehnični, vsakdanji in alternativni - za seboj pušča praznino, ki vsekakor ni samo terminološkega značaja; vsaj deloma se zajeda celo v filozofsko bistvo našega obstajanja. To gre pripisati veliki teži, ki jo ima naravoslovje in v njegovem okviru pojem gena, za človekovo pojmovanje sebe in življenja nasploh. Pojem gena je v sodobnem svetu zavzel precej pomembno mesto tudi zunaj ideologij, ki so mu pripisovale pretiran pomen. Obveljal je namreč za osrednjo biološko entiteto, na katero se je nanašalo vsakršno razmišljanje, ki je upoštevalo evolucijsko ali kakršnokoli drugo biološko perspektivo (3).

Tako nam gen, četudi predstavlja precejšnjo spono (determiniranost), kljub vsemu pomeni nekakšno smiselno zasidranost v vesolju. Postal je arhetip, ki ga nujno potrebujemo kot osnovo za razmišljanje o sebi - nanj smo lahko pričeli postavljati miselne sisteme (4), ki so nudili več kredibilnosti kakor vsebinsko prehudo abstraktni pojmi filozofije, kot je na primer pojem *bit*. Navsezadnje smo lahko iz njega, gena, posredno izvajali tudi svojevrstno transcendenco, pa naj je bila ta še zelo šibko utemeljena (2), ali pa že smiselna, dasiravno hkrati tudi paradoksalna (5)³.

3. Perspektiva pojma gen v prihodnosti

Potem se je nenadoma izkazalo, da gen vendarle sploh nima nedvoumno dorečene substance in da kot koncept prej ustreza neki metafizični oziroma abstraktni entiteti, kot pa jasni materialni bitnosti - za kar sicer gen ponavadi imamo (1). Po tem spoznanju pomenske praznine pojma gen sta možni dve nadaljevanji. Prva možnost je ta, da se pojmu dokončno odrečemo. V okviru tako imenovanega postneodarvi-

- 2 V siceršnji, splošni rabi besede replika je bolj uveljavljen tisti pomen, kjer je replika preprosto odgovor. Tu pa je izraz replika tehnični termin, ki se ga uporablja v genetiki in pomeni bodisi kopijo ali pa original.
- 3 Dawkins pove le toliko, da se lahko svojim gospodarjem genom tudi upremo in da je to lahko v moralnem smislu včasih tudi prav. Zakaj, pa v okviru svoje teorije ne zmore več utemeljiti; in to kajpada predstavlja eno od njenih šibkosti. Ne spušča se tudi v vprašanje subjektive požrtvovalnosti par excellence, ki sodi onstran kakršnekoli genetične koristi za izvajalca. Seveda pa o resnični transcendenci, ki ne more biti drugačna kot paradoksalna, lahko govorimo šele na tisti stopnji. Pri tem na paradoks ne gledava več v klasičnem pomenu, kot na nekaj, kar je malone sinonim za nesmisel; temveč kot na nekaj, kar nas prepričuje o nekonsistentnosti našega lastnega razmišljanja - s tem pa odpira možnosti za nadaljnje poglobljanje v dotlej na videz že pojasnjena vprašanja.

nističnega razmišljanja v biologiji problem res ni velik, kajti ta paradigma tako ali tako ne priznava več posameznih segmentov, na katere bi evolucija ločeno delovala; naposled pa tudi ne priznava več ostre razlike med organizmom in okoljem, temveč je vse skupaj združeno v celovit proces - in slednji termin velja v njeni obravnavi evolucije za osnovnega (6,7). Po tej zasnovi biologije se DNA, glavna substanca gena, izkaže za močno razvrednoteno v svoji vlogi središčnega gibalca življenjskih procesov, tako da ji ostane nazadnje samo še mesto ene od molekul med enakovrednimi drugimi molekulami.

Obstaja pa še druga pot⁴, ki za razliko od prve skuša ponovno vzpostaviti gen kot smiseln arhetip, katerega pojem ne bi več kazal logičnih in semantičnih pomankljivosti danes prevladujočega pojmovanja. V tej smeri je zastavljen pričujoči članek. V njem bova skušala nanizati več možnih pojmov gena, ki rešujejo vsaj nekatere probleme njegovega klasičnega in drugih dosedanjih pojmovanj.

II. REVIZIJA POJMOVNEGA MODELA MOLEKULARNEGA GENA

1. Opredelitev pojma molekularni gen

Za začetek definirajmo gen v najožjem mogočem, molekularnem smislu, in to kot eno samo fizično repliko dvoverižne DNA⁵, ki je nosilka določene funkcije. Tovrstna definicija je povsem klasična in je bila vsebovana že v mnogih dosedanjih, večidel sicer praktičnih obravnavanjih⁶ te entitete; zato ne govorimo o tukajšnji vzpostavitvi tega pojma, marveč o njegovi reviziji. Eksplicitno pa je imenovan šele tu, in sicer *molekularni gen*.

Kakor hitro pa smo se osredotočili samo na DNA, se moramo zavedati, da je takšen pristop načelno redukcionističen. Znano je namreč, da sama DNA ni sposobna storiti prav ničesar, če ni v njeni neposredni bližini vsaj še nekaterih encimov - proteinov z lastno aktivnostjo. Ker pa je tudi struktura slednjih zakodirana nekje vzdolž verige DNA, se mnogi raziskovalci na področju molekularne biologije zlahka in enkrat za vselej odločijo za strogo redukcionistično⁷ gledanje na gen. Govoreč o genu, se izogibajo omenjanju navedenih encimov in tudi nekaterih drugih proteinov⁸, čeprav je njihova funkcionalna prisotnost izpričana, znana in nepogrešljiva.

Vpliv teh proteinov na DNA je v resnici celo tako velik, da preprosto ogrožajo ne le centralno vlogo DNA, temveč sploh vso redukcionistično paradigmo. Že razmeroma primitivna enota, sestavljena iz DNA in proteina, ki jo tako imenovana hiper-ciklična teorija (8) postavlja za funkcionalno ireducibilno sestavino pri porajanju živega, nam kaže moč celostnega pristopa ter na drugi strani jalov trud skrajnega redukcionizma, da bi na mesto brezprizivnega gibalca utemeljeno postavil le eno komponento te enote (9).

4 Pri tem velja že vnaprej povedati, da se obe omenjeni poti med seboj ne izključujeta - čeprav sta si njuni usmeritvi v začetku precej nasprotni.

5 V tej dvoverižnosti DNA je implicirana tudi njena najpomembnejša lastnost: potencialna sposobnost samopodvajanja.

6 Še veliko bolj, kot to velja za molekularno pojmovanje gena, so bila zgolj implicirana, ne pa tudi definitivno postavljena, še nekatera druga, vsebinsko širša pojmovanja gena - na primer gen kot nosilec lastnosti individualnega organizma ali tudi gen kot nosilec lastnosti v populaciji.

7 Značilnost polpreteklega obdobja v znanosti o življenju je vodilna pozicija popolnoma redukcionistično usmerjenih raziskovalcev.

8 Pri tem gre za proteine, ki so še veliko bolj intimno povezani z DNA in so tudi morfološko gledano del gena - najdemo pa jih le pri razvitejših enoceličarjih in pri vseh mnogoceličarjih (glej nadaljevanje).

V svetu prokariotov⁹ je odnos med DNA in proteinskimi komponentami izrazljiv v smislu ravnokar navedene preproste zveze. Bakterijski kromosom je ena sama gola, krožna veriga DNA, ki funkcionalno sodeluje s celičnimi encimi. Na stopnji evkariotov¹⁰ pa se v to, dotlej samo funkcionalno zvezo obeh komponent, vrine še dodatna proteinska struktura, ki je z DNA potlej povezana tudi v morfološkem in strukturnem smislu. Izhajajoč iz tega, kromosom in posamezni gen na njem torej tudi fizično nista več le iz DNA, marveč morajo biti upoštevani še vsi udeleženi strukturni proteini.

Tudi v funkcijsko smer opredeljevanja gena se razprava v resnici ne more kar prenehati na tisti stopnji dvokomponentne strukturiranosti življenja. Kaj neki bi namreč lahko storila DNA in protein, če se ne bi nahajala v vodni raztopini, ki je edino primerno okolje za njuno funkcionalno obstajanje? In kaj, če bi bila temperatura tega medija nekoliko previsoka ali prenizka in ne bi več omogočala določenih kemijskih procesov? In če ne bi bilo tam nobene druge snovi, iz katere bi omenjena dvojica lahko izoblikovala vsaj svoji lastni repliki, če že ne česa dodatnega? V nekaj trenutkih se nam tako razprostre vsa bistvena problematičnost redukcionizma, s katerim se neizbežno srečamo ob vzpostavljanju gena kot smiselnega pojma. Če bi hoteli biti zares dosledni, bi morali trditi, da je gen sestavljen iz DNA in proteina, kot tudi iz ustreznega bivalnega prostora s primerno temperaturo - s tem pa tudi iz Sonca in sploh vsega vesolja, ki je obstoj Sonca sploh omogočilo... V kvantno mehanskem svetu alokalnosti in sinhronosti pa h kateremukoli genu ne bi spadalo le vse vesolje kot celota, ampak tudi vsak posamezni delec v katerikoli galaksiji; in tedaj prav zagotovo, nadvse paradoksalno, tudi vsak gen v telesu vsakega našega soseda ali kajpak tudi sovražnika. Tako smo se srečali z drugim ekstremom od prej navedenega popolnega redukcionizma - s skrajnim holizmom. Seveda se lahko na načelni ravni, tudi v znanstvenem smislu, strinjamo s tistim, da je vse implicirano v vsem; toda v razpravah, s katerimi želimo opraviti nek nov prodor, ne pridemo prav nikamor, če se ustavimo pri tej holistični krilatici. Ena izmed logičnih trditev, ki iz nje lahko takoj sledi, je namreč ta, da je potemtakem čisto vseeno, kaj je kaj; in da je tudi prav vseeno, ali sploh kaj vemo - kajti, ker ne vemo vsega, tako ali tako ne vemo nič¹¹.

Ne ena ne druga skrajnost, redukcionistična in holistična, ne pripeljeta daleč. Smiselno ju je obravnavati in videti, do kod sežeta v smislu pripovednosti; nato pa, izhajajoč iz tega spoznanja, graditi sistem na nekem vmesnem področju. Kriterija za razmejitev gena od okolja torej ne moremo vzeti iz neke obče veljavne, po možnosti kar linearne logike - kajti ta nas, kot smo videli, zapelje v eno ali drugo nepripovedno skrajnost; temveč moramo to razmejitev vzpostaviti na osnovi meril iz *mezokozmosa*, kakor nekateri poimenujejo svet srednjih dimenzij in našega neposrednega doživljanja (10).

Za funkcionalni segment DNA kot opredelitev in kot zgornjo morfološko mejo gena se odločava spričo njenih znanih lastnosti v zvezi s sposobnostjo podvajanja in visoke stopnje ohranjanja enakosti v zaporedju sestavin, kot tudi vsebovanja sporočila za vse druge organizmske strukture. Kljub temu pa velja, da DNA čisto sama po sebi ne funkcioniira v prav nikakršnem smislu.

Tudi že glede same morfologije pride v zvezi z definiranjem gena pri evkariotih do določene komplikacije: kromosomski proteini so v tesni fizični zvezi z

9 Prokarioti so enceličarji brez pravega celičnega jedra. Najpomembnejši predstavniki tega nadkraljestva živih bitij so bakterije.

10 Mednje spadajo vsi enceličarji z jedrom, kot tudi sleherni mnogocelični bitje.

11 Za razvedrilo še nadaljnja misel iste baže: lahko ostanemo tudi kar doma v postelji, saj smo tako implicirani v slehernem garažu ali mislecu.

DNA. Celo pri podvajanju ostaneta obe ti dve komponenti kromosoma intimno združeni - ena veriga DNA se sicer odcepi tako od proteinov kot tudi od druge verige, slednja pa ostaja vseskozi povezana z istimi proteini. Proteini se torej trdovratno držijo gena. Toda vendarle gremo lahko onstran tega, in sicer tako, da se ozremo po dosedANJI evoluciji in vidimo, kako je DNA sposobna delovati tudi brez kromosomskih proteinov, medtem ko proteini niso sposobni lastnega podvajanja in obenem še shranjevanja informacij o vseh drugih celičnih komponentah¹².

2. Funkcionalnost kot vzpostavljena lastnost gena¹³

Kaj pa je tista funkcija, katere nosilec mora biti nukleotidna sekvenca, da izpolni prej navedeni kriterij in jo pričnemo obravnavati kot gen? Če pogledamo najprej v zgodovino, je bila definiranost funkcije v začetnih obdobjih molekularne genetike preprosto v tem, da mora gen kodirati nek encim (11). Sčasoma pa so pričeli spoznavati, da geni prav tako kodirajo še druge proteine; kot tudi dve vrsti RNA, ki se sploh ne prepisujeta v polipeptidne (beljakovinske) verige. Povrh tega je prišlo tudi do odkritja regulacijskih genov, za katere je značilno, da se sploh nikamor ne prepisujejo, marveč samo urejajo delovanje drugih genov (12). Že vse to bi bilo lahko dovolj za trditev, da funkcija genov nikakor ni nekaj preprosto opredeljivega ali spravljivega na en sam skupni imenovalac. Vendar pa to še ni konec problematike.

Kljub optimizmu, ki veje iz projekta *Človeški genom*, v okviru katerega namepravajo do začetnih let prihajajočega tisočletja odkriti zaporedja nukleotidov celotne človekove DNA, kot tudi pojasniti funkcijo vseh genov, pa meniva, da slednja napoved ni niti približno realistična in da funkcije mnogih genov še zlepa ne bomo spoznali. V prvi vrsti gre za tiste sekvence DNA¹⁴, ki jih v fazi nepoznavanja njihove funkcije nekateri raziskovalci radi imenujejo *odvečna DNA*. V resnici pa gre pri tem imenovanju predvsem za pretirano antropocentričnost in tehnicistično naravnost brez kančka filozofskega razmisleka, to dvoje pa ima izrazito nazadnjaške poteze. Že Dawkins - med drugimi - pa je pokazal, da je na življenje mogoče precej upravičeno gledati tudi s komplementarne strani. Po njegovi interpretaciji smo živa bitja le pripomočki za preživetje genov (2) - jasno je, da v tem primeru z enako pravico obstaja vsaka DNA in da med njimi ni nobena nič bolj odvečna kot katerakoli druga. Drugi argument, ki pa sploh ni genocentričen oziroma mehanicističen, temveč upošteva tako človeka kot tudi možnost njegovega spoznanja, se nama zdi še pomembnejši od prvega. Glasi se takole: kako neki lahko kdorkoli trdi, da je naletel na končno mejo smiselne sporočilnosti genetičnega zapisa, onstran katere ni ničesar več? Takšne trditve¹⁵ so še posebej neutemeljene spričo celo samim izvajalcem že vnaprej znanega dejstva, da tudi omenjeni genetični projekt ne bo bistveno znižal deleža funkcionalno nepojasnjenih sekvenc v genomu, ki trenutno znaša kar blizu devet desetini! Obstaja torej nadvse obsežno področje v genomu, znotraj katerega si ne znamo predstavljati nobene prave funkcionalnosti. Toda trditev, da vsa ta genetična materija ni funkci-

12 V zadnjih letih pa so bili odkriti prioni, svojevrstna bitja, ki, kot kaže, sestojijo iz proteinov. To nadalje implicira tudi možnost nekakšne neznane oblike nosilnosti informacij v živem svetu; s tem pa zanikanje zgoraj navedenega; in novo področje širitve evoliucijske teorije.

13 Razprava pod to točko se bo nanašala na funkcionalnost molekularnega gena, hkrati pa tudi gena nasploh.

14 Pripadajočih proteinov spričo predhodnih sklepov poslej ne omenjava več.

15 Za tovrstne trditve velja, da so docela dogmatične, ideološke; torej ne samo neznanstvene, temveč naravnost protiznanstvene.

onalna, je popolnoma dogmatična. Postopna odkritja¹⁶ novih in novih funkcij znotraj dotlej funkcionalno neznanih predelov genoma jo vztrajno in progresivno vedno znova ovržejo.

Vsem tem neznanim predelom v dedni snovi pa bi lahko že takoj, če nobene druge, pripisali naslednjo funkcijo: s svojo prisotnostjo povečujejo možnost za bolj ali manj specifične rekombinacije in tudi za mutacije, na katerih osnovi nato lahko deluje naravni izbor. V tem smislu so razmeroma že zgodaj, v začetku druge polovice našega stoletja, spregovorili o genu kot rekonu oziroma kot mutonu (11).

Poleg teh funkcijsko nejasnih sekvenc, pa argumentu o obstoju še neznane funkcionalnosti lahko izdatno služijo tudi tiste sekvence, katerih funkcija, ali bolje rečeno: ena izmed funkcij - je že znana. Obstaja realna in že večkrat tudi v praksi potrjena možnost, da je celo en in isti segment dedne snovi nosilec več funkcij. V minimalnem smislu te trditve prav zagotovo velja, da tudi vsak cistronski, ribonukleinski ali regulacijski gen¹⁷ lahko hkrati s to svojo funkcijo nastopa tudi v vlogi rekona ali mutona. Poleg tega pa obstajajo primeri, ko ena sama genetična sekvenca kodira tudi več različnih vrst proteinov, in sicer najprej zaradi možnosti različnega prepisa v RNA, ali pa še zaradi raznolikosti, ki jo povzročajo nekateri nadaljnji procesi pred dokončnim prepisom v protein. Večpomenska sporočilnost dane sekvence je navsezadnje možna tudi spričo prestavitve bralnega okvira¹⁸, iz katere nato izhaja čisto nova kombinacija aminokislin v produktu, proteinu. Prav tako je večpomenskost enega samega zapisa omogočena tudi s strani dvoverižnosti DNA - večinoma se v funkcionalnem smislu sicer prepisuje le ena veriga; toda znani so tudi primeri - in zakaj jih ne bi bilo še več - ko sta funkcionalni obe verigi, seveda vsaka v smer svojega produkta oziroma drugovrstne funkcije (12).

Z vsem tem se seveda na široko odpre polje funkcionalnosti pri genu - in sleherni dednostna sekvenca dobi vsaj možno perspektivo, če že ne dejstvene potrjenosti, da je funkcionalna in si v skladu s tem prisluži naziv gen. Ta funkcionalnost je mestoma sicer dokaj implicitna in se nahaja celo samo na ravni potencialov - toda tudi v zvezi z dozdevno bolj utrjenimi funkcijami genov ne bomo mogli strniti nobene razprave, ne da bi vpeljali potencialnost. Kako naj namreč poimenujemo dednostno sekvenco tedaj, ko ne funkcioniira več, pa o njej prav dobro vemo, da je bila nekoč zelo dejaven gen; ali pa, ko v nekem - velikokrat celo pretežnem - delu organizma sploh ne funkcioniira? Ali pa tisto, ki doslej ni storila še ničesar, pa šele *bo* delovala¹⁹?

16 Do teh odkritij seveda redno prihaja in bo gotovo še naprej prihajalo, tudi po tistem, ko bo projekt Človeški genom formalno dokončan (vsebinsko pa seveda še zlepa ne).

17 Gre za tri tipe genov, kot jih navaja klasična genetika. Produkt prvih je proteinski; produkt drugih sta ena ali druga vrsta RNA, kateri se ne prepisujeta v proteine, temveč opravljata vsaka svojo funkcijo v zvezi z njihovo sintezo; tretji geni pa se ne prepisujejo nikamor, temveč samo uravnavajo delovanje prvih in drugih.

18 Ker vsako aminokislino znotraj nastajajočega proteina kodira po troje nukleotidov v DNA, so možni trije povsem različni bralni okviri. Isto zaporedje (če ostanemo na ravni DNA; čeprav se v resnici v protein odtiskuje šele mRNA, nastala na osnovi matrice DNA) je mogoče prebrati kot AGT-TTT-GCA-TGT; kot .A-GTT-TTG-CAT-GT., ali pa kot AG-TTT-TGC-ATG-T.. V prvem primeru bi na osnovi sporočila nastala veriga iz aminokislin: serin-lizin-arginin-treonin; v drugem: -glutamin-asparagin-valin-; v tretjem pa: -lizin-treonin-tirozin-. Kajpak bi iz teh nadvse različnih zaporedij izhajale tudi popolnoma različne oblike in funkcije ustreznih proteinov.

19 Vse te izjave o funkciji se - v smislu že prej povedanega - omejujejo pač le na naše, človeško nepopolne sodbe.

3. Vrednosti in slabosti v modelu molekularnega gena

Molekularni gen je odporen na postopno dezintegracijo, ki bi jo morda pričakovali v zvezi z njegovimi replikacijami²⁰. Res je, da se ob njegovi prvi replikaciji njegovi verigi razkleneta in tudi za vselej ločita²¹ - toda ne morfološko in ne funkcijsko ni ta gen v resnici po nobeni podvojitvi sam po sebi prav nič manj kot pred njo²².

Če bi gledali na pričujočo molekularno definicijo gena s funkcijsko ohlapne ravni, se pravi, če bi nam za funkcijsko utemeljitev gena zadostovali že sama rekombinativnost ali mutabilnost, tedaj bi ta definicija kazala v nekem fizičnem smislu tudi tu precejšnjo robustnost - in sicer v tem, da bi vsebina gena kljub spremembi, mutaciji (in slednja bi bila pri tem lahko kvantitativno celo zelo izdatna), vselej ohranjala del svoje fizične identitete. V vsakem primeru, kadar spremenjenemu genu ostane kakršnakoli funkcija, stara ali tudi čisto nova, je preostali del njegove fizične identitete seveda neposredno proporcionalen velikosti nespremenjenega dela znotraj gena. Če pa funkcije ni, izgine vsa njegova identiteta. A takega primera, spričo docela metafizične narave pravkaršnjega razpravljanja o funkciji (v smislu rekombinativnosti ali mutabilnosti, ki sta implicirani prav v vsakem primeru), ne bi mogli nikoli najti.

Zato se moramo usmeriti k pojmovni uporabnosti take definicije gena. V tem smislu je treba gen definirati po še kateri funkciji več kot le po univerzalnih lastnostih mutabilnosti in rekombinativnosti. Kjer obstajata le ti dve funkciji, bomo govorili le o običajnih *nukleotidnih sekvencah*. *Gen, na drugi strani, pa ni več objektivna bitnost, temveč od nas, po prepoznani specifični funkciji določena nukleotidna sekvenca*. In šele s pojmom te vrste lahko učinkovito operiramo.

V pričujočem pojmovanju pa gen ne kaže nobene prave kontinuitete. Že ob neznatni mutaciji se lahko namreč funkcija dokazano - vsaj za nas kot subjektivne in nepopolne opazovalce - povsem izgubi; in tedaj gen za nas preneha obstajati. Podobno se zgodi navsezadnje tudi v primeru, ko spričo mutacije gen izgubi staro funkcijo in dobi neko novo²³ - v tem primeru je to pač še vedno gen, ni pa to več *isti* gen kot prej. In celo, če gen navkljub mutaciji še naprej obstaja kot enaka funkcionalna entiteta, po strogih molekularnih merilih to ne more biti več isti gen. V tem se kaže vsa minljivost, krhkost in pomanjkljivost gena - kot celovite substance in kot pojma znotraj tega dosedanjega modela. Med starim in novim genom - tistim pred mutacijo in tistim po njej - obstaja znotraj tega modela popolna diskontinuiteta. Osnovni smisel gena pa bi moral biti seveda v njegovi kontinuiteti. In prav to bova poskušala rešiti z naslednjimi modeli.

-
- 20 Edina nevarnost za razpad molekularnega gena, ki je vezana na replikacijo, obstaja v zvezi (in še to le posredni) z nadvse specifično obliko delitve (torej pojava, ki ni neposredno vezan na replikacijo, temveč le tej samo sledi) - meiozo. V njenem okviru prihaja praviloma do fenomena izmenjave segmentov med dvema homolognima kromosomoma, pri čemer se lahko zgodi, da se ta zamenjava zgodi točno na mestu, kjer leži določen molekularni gen, in ga s tem spremeni. Po definiciji je molekularni gen s tem uničen. Do meioze in njenega navedenega fenomena crossing-over pa prihaja samo v spolnih celicah, in še to le na povsem specifičnih točkah njihovega razvoja.
- 21 Ob vsaki nadaljnji replikaciji pa gresta ti ločeni verigi še naprej vsaka svojo pot, ne da bi se znotraj njiju karkoli spreminjalo - vse dokler naposled, najprej ena in nekoč še druga, ne razpadeta - pač spričo bioloških zakonitosti, ki vladajo znotraj organizma.
- 22 V večini genov namreč tako ali tako funkcioniра le ena izmed obeh verig - če pa že sta obe funkcionalni, sta njuni funkciji med seboj ločeni.
- 23 Poslej govoriva le še o pravih, specifičnih funkcijah, ki so onstran nespecifičnih dveh, rekombinativnosti in mutabilnosti.

III. TRIJE POJMOVNI MODELI GENA KOT EVOLUTIVE MATERIALNE ENTITETE

1. Časovno-molekularni gen

A) Opredelitev časovno-molekularnega gena

Model časovno-molekularnega gena izhaja iz pravkar obravnavanega molekularnega gena, katerega pa razteza še v četrto, časovno dimenzijo. S tem zadobi koncept gena na molekularni ravni tisto celovitost identitete, ki smo jo pogrešali pri prejšnjem modelu. Gen po pričujočem modelu ni več nekaj, kar je sestavljeno le iz konkretne in trenutne pričujočnosti (snovi in strukture), marveč je to tudi vsa njegova časovna razpotegnjenost v preteklost in prihodnost. Bistvena sprememba, ki s tem nastopi glede na prejšnji model, je ta, da se lahko genu sedaj spreminja tudi funkcija²⁴, pa to ostane še vedno isti časovno-molekularni gen.

Pri tem modelu opredeljevanje preteklosti ni problematično, saj je ta v principu ugotovljiva - vsaj načelno lahko govorimo o trenutku, ko je obravnavani gen nastal, in nato o njegovem trajanju in spreminjanju vse do sedanjosti.

B) Vprašanje potencialnosti

Prihodnost pa je v našem primeru kategorija povsem druge vrste, kajti obvelja šele takrat, ko se dopolni; ko torej postane sedanjost in takoj zatem tudi že preteklost. K prihodnosti ne moremo šteti *obče potencialnosti*, kajti v tem primeru bi pod ime našega gena lahko stlačili prav vsakršno možno sekvenco. V občo potencialnost spada namreč vse, kar si lahko teoretično zamislimo; in dodatno k temu tudi vse tisto, česar si kot ljudje, z omejenim kognitivnim priborom, niti zamisliti ne moremo, pa je vendarle mogoče. Drugačna od te je *specifična potencialnost*, ki se omejuje na pojave, katere lahko napovedujemo spričo naših preteklih izkušenj v zvezi s podobnimi primeri. Še več - specifična potencialnost obstaja tudi zunaj našega uma in je naseljena v urejenih zapisih, kakršen je na primer genom v semenu, ki nosi močno potenco za razvoj odraslega organizma. Tako lahko v obdobjih, ko je živo stanje na našem lokalnem območju opazovanja relativno umirjeno, brez večjih pretresov, govorimo tudi o povsem realni potencialnosti. Pojmovanje časovno-molekularnega gena v kategoriji prihodnosti lahko torej ustrezno zožimo, če smo sposobni definirati tudi tu neko realno potencialnost. Vendar pa imamo, kakor hitro prestopimo v filogenetično²⁵ okrožje, neprimerno manj oprijemališč za kaj takega, kot pa je to veljalo v zgornjem, ontogenetičnem primeru. Naj pojasniva na primeru: relativno pravilno lahko napovemo, kaj bo zraslo iz zrna take in take rastlinske vrste, medtem ko nimamo nobenega pravega kazalca, s pomočjo katerega bi lahko napovedali, kako se bodo v prihodnosti pojavljale in selekcionirale nove mutante. Zato prihodnost kot kategorija časovno-molekularnega gena, ki bi jasno zaokročala njegovo identiteto, v tem smislu ostaja

24 Tako daleč gremo lahko, da temu genu ne odrečemo obstoja niti v primeru, ko pod vplivom mutacije njegova funkcija začasno izgine izpred naših oči (o sami realnosti pa tako ne vemo vsega) - v tem primeru gre pač za latentno fazo v njegovem obstoju, in to stanje se lahko ob nadaljnji mutaciji ali pa tudi že ob sami spremembi okoliških razmer ponovno spreobrne v tako ali drugačno očitno funkcijo.

25 Časovno molekularni gen se realno kajpada ne razteza po filogenetičnem merilu, saj je - kot bomo videli - v svoji statistično ocenljivi fizični razgradljivosti prekratkotrajen za to. Vemo pa, da biostatistika nikoli ne more govoriti o verjetnosti 1; in v tem smislu nekateri časovno-molekularni geni preživijo tudi daljše, teoretično govoreč, celo filogenetične časovne razpone.

vprašljiva. Tudi brez tega dorečenja pa je najin pojem smiselno opredeljiv - pač v smislu trajanja.

C) Shematični zapis časovno-molekularnega gena

Če na časovno-molekularni gen skušamo gledati materialno, *hic et nunc*, ga seveda ne zajamemo - tako kot na tak način ne moremo zajeti nikakršnega gibanja. Lahko pa si ga slikovito predstavljamo kot nekaj podobnega kombinaciji na stavnem listku za številčno loterijo, kakršna je na primer športna napoved. Najpreprostejši listek nosi le eno kombinacijo števil - in ta primer je adekvaten genu, ki se skozi čas ne spreminja. Najkompleksnejši listki pa nosijo številne možnosti; na posamezno mesto lahko zapišemo celo vse možne izide na njem. Taka mesta na listku odgovarjajo tako imenovanim vročim mestom na genu, se pravi tistim, ki so podvržena pogostim mutacijam. Za primer si pogledjmo kratke segmente vseh štirih omenjenih zapisov.

	Preprosta napoved	Inertni gen ²⁶	Kompleksna napoved	Spremenljivi gen
1.	1	A	1	A
2.	0	G	1 0	C G
3.	2	A	2	A
4.	1	C	1 0 2	A C G T
5.	1	C	1	C
6.	0	T	0 2	A G A ₁

Črke A, C, G in T predstavljajo deoksiadenozin fosfat, deoksicitidin fosfat, deoksiguanozin fosfat in deoksitimidin fosfat - štiri nukleotide, gradnike DNA. A₁ pa ponazarja primer povratne mutacije - pri tem fizično pač nimamo več iste molekule nukleotida; medtem ko funkcijsko med A in A₁ ni nobene razlike.

V tem preprostem primeru sva se osredotočila le na točkovne mutacije, ki so za tak zapis najmanj zahtevne. V primeru izdatnejših mutacij (delecija, translokacija, duplikacija...) pa bi vseh šest obravnavanih mest lahko preprosto izginilo ali pa se nekje na novo pojavilo.

Č) Obstojnost časovno-molekularnega gena

Časovno-molekularni gen je lahko mutacijsko povsem inerten in s tem ostane navaden molekularni gen; lahko pa - in to je zanimivejši primer - se poljubno spreminja. Povsem teoretično gledano, lahko navsezadnje zamenja tudi svoje kompletno zaporedje, in to celo več kot enkrat²⁷.

A v praktičnem smislu praviloma ne more priti do kakšnih zares izdatnih mutacij, saj gen tudi po tem modelu - čeravno ga ta ohranja v relativno daljšem trajanju,

²⁶ Inertni časovno-molekularni gen ni nič drugega kot molekularni gen.

²⁷ Pri tem je tisti glavni kriterij zdaj kontinuiteta, ki se nanaša na predhodno stanje obravnavanega gena; medtem ko sploh ni več nujno, da bi najnovejša inačica določenega časovno-molekularnega gena kazala kakršnokoli, tudi ne parcialno, fizično ali fiziološko identičnost s svojimi zgodnejšimi molekularnimi predhodniki, tistimi izpred več mutacijskih kolen. Vse to pa se seveda suče le na ravni teorije - v praksi je namreč že ena sama mutacija v določeni molekuli velika izjema, koliko manjša pa je šele verjetnost, da bo ista molekula mutirala večkrat.

pa še prav v vsej njegovi integriteti - naposled vendarle fizično propade. Druge lastnosti tega časovno-molekularnega gena - te so pač dediščina molekularnega gena - so namreč krhke. Dobro vemo, da fizična substanca biološkega materiala obstaja le določen čas, in ta se izraža kot biološka razpolovna doba²⁸. Tudi omenjeni gen je podvržen istim pravilom, tako da, kakršen je po navedeni definiciji in glede na svojo, večinoma kratko razpolovno dobo v telesu živega bitja²⁹, prav kmalu propade. Pred tem ga tudi njegova dosežena utrjenost v četrto dimenzijo na neki točki ne reši več.

D) Druge vrednosti in slabosti v modelu časovno-molekularnega gena

Obstaja še ena težava, ki ji je podlegel že pojem molekularnega gena. Gre za vprašanje fizične koherentnosti njegovega referenta. Še vedno ostajajo tu introni, ki fizično kosajo dejanski, neposredno funkcionalni gen, tako da slednji potlej ni več neka fizično integralna struktura, temveč samo še funkcijsko utemeljena entiteta³⁰. Svoj zapis pobira iz razpršenih koscev dedne snovi in ga uredi v delujočo enoto - spominjajoč pri tem na doktorja Frankenstein in njegovo pošast. Neglede na to dejansko, fizično razkasanost gena pa je treba ugotoviti, da smo ljudje mentalno zadosti dobro opremljeni za ta mali miselni napor, da še pojmovno povežemo tiste ločene segmente, ki se že sami povezujejo v smiselno celoto. In konec koncev tudi ne drži, da bi bila slednja izključno funkcionalna, ne pa tudi morfološka: že na ravni mRNA³¹ se odtis gena izoblikuje v strukturno povezano verigo.

Še veliko bolj izrazito pa je tukajšnja definicija kos tisti drugi, veliko težavnejši neopredeljivosti, ki jo s svojimi lastnostmi povzročajo transponibilni elementi v genomu (1). Transpozicija³², če jo gledamo z vidika molekularnega gena, namreč ni nič drugega kot mutacija - prav mutacije pa so področje, ki jih časovno opredeljeni model gena specialno obvlada in vključi vase. To je ena od njegovih bistvenih prednosti.

Glavni vrednosti koncepta časovno-molekularnega gena sta torej naslednji: 1) s svojo prostorsko omejitvijo na posamezno molekulo predstavlja ta koncept bistveno ožjo in pomensko koherentnejšo definicijo gena od dosedanjih, kjer so se nedosledno prepletale zlasti razne molekularno-biološke ter obče predstave o vsebini gena, ki pa so bile tudi že same zase večidel nekonsistentne; 2) materialni gen je naposled dobil svojo kontinuiteto, tako da ob eventualni mutaciji več ne propade.

Njegovi slabosti pa sta predvsem: 1) omejenost na mikrokozmično, molekularno sfero in temu posledično ignoriranje specifične funkcije posameznega gena - kar na

28 Pomen biološke razpolovne dobe ni determinističen, temveč gre za statistično verjetnost, ki nam pove, kdaj utegne določena molekula razpasti.

29 Pri tem pa obstajajo tudi izjeme: zlasti med različnimi vrstami tkiv so razlike glede dolgoživosti njihovih celic, in s tem seveda tudi posameznih genov znotraj njih, velikanske. Najobstojnejši so vsekakor geni v celicah živčnega tkiva, katere prežive tako rekoč vse življenje nekega organizma.

30 To poimenovalno zamenjavo vzroka s posledico, kot že rečeno, imenujemo genetična metonimija.

31 Takoj po prepisu iz DNA je zaporedje v RNA še povsem ustrežajoče matrici, vsebuje torej tudi odtise vseh intronskih sekvenc. V svoji končni obliki, po izrezu intronskih delov, pa ta sporočilna (messenger) RNA, mRNA, združuje natanko le še tiste, poprej z introni ločene segmente, ki predstavljajo kodirajoči del za sintezo polipeptida. Ti segmenti spadajo med eksonse. Čeprav se znotraj DNA posamezni eksonski deli gena nikoli ne stikajo, se torej njihovi odtisi znotraj mRNA fizično in funkcionalno strnejo.

Pri tem kaže opozoriti na velikanski nesmisel v besedotvornosti, do katerega je prišlo ob imenovanju navedenih dveh vrst sekvenc znotraj gena. Eksoni nas s svojo predpono ekso- najprej spomnijo na nekaj zunanega. Introni, po drugi strani, pa s svojo predpono, ki več kot le subtilno namiguje na prefiks intra-, logično vodijo k pojmovanju nečesa kot notranjega. Po vsem tem bi vsakdo upravičeno pričakoval, da so eksoni tisti segmenti, ki so pogrešljivi in ki se v teku celičnega procesiranja RNA izrežejo; in da so introni notranji in bistveni elementi za nadaljnjo sintezo polipeptida. Pa je ravno narobe. Beseda ekson je namreč okrajšava za "expressive sequences", beseda intron pa za "intervening sequences".

32 To je specifičen prenos določene nukleotidne sekvence na drugo mesto v genomu iste celice.

ravnih večje kompleksnosti - se pravi organizma ali celo skupine le-teh, pa vrste in nadaljnjih taksonomskih enot - večinoma ne daje dovolj pojasnjevalnih odgovorov; ter 2) neodpornost tovrstnega gena na biološko razgradnjo.

Toda minljivost je konec koncev lastnost vsega obstoječega - zakaj bi moral torej model ponazarjati nekaj, česar v resnici pri genu kot molekuli sploh ne najdemo? Za molekularne in časovno-molekularne gene je pač značilna - za prve bolj, za druge manj izrazita - relativna kratkotrajnost. Če nam gre torej za opredeljevanje gena na molekularni ravni, je model časovno-molekularnega gena najdaljši domet, ki ga je sploh mogoče doseči.

Gen pa ima poleg svoje molekularne identitete še druge, in prav zaradi teh se sploh nahaja na položaju osrednje dednostne entitete in v središču naše pozornosti. Gen je onstran svoje molekularne in časovno-molekularne individualnosti tudi entiteta, ki se razteza v *prostor*³³: namnožena v milijarde materialnih replik povezano nastopa v okrožju organizma. Namnožena v nadaljnje milijarde milijard pravkar omenjenih replik pa, še vedno ne povsem diskontinuirano, nastopa kot planetarna oziroma vesoljna entiteta. V to smer bosta časovno-molekularnemu genu sledila naslednja dva modela.

2. Organizmski gen

A) Opredelitev organizmskega gena

S pojmovnim modelom organizmskega gena segamo onstran omejenosti na sfero posamezne molekule, ki je bila značilna za modela molekularnega in časovno-molekularnega gena. V pričujoči model vključuje vsako nukleotidno sekvenco, ki ustreza najprej molekularnemu pojmovanju, okrepljeno v časovno dimenzijo³⁴; temu genu pa je priključen še vsak eventualni³⁵ homologno ležeči časovno-molekularni gen, ki pripada istemu lokusu znotraj danega organizma³⁶.

V primeru haploidnih enoceličnih organizmov sta časovno-molekularni in organizmski gen še sinonima. Pri diploidnih enoceličarjih sestavljata en organizmski gen po dva časovno-molekularna gena s posameznega lokusa. Pri mnogoceličarjih pa je število časovno-molekularnih genov znotraj posameznega organizmskega gena veliko večje - pač sorazmerno številu organizmskih celic. Tako bova, spričo veliko večje kompleksnosti organizmskega gena pri večceličnih organizmih, poslej govorila samo še o teh. Eksplicitno se bo razprava nanašala na diploidne vrste živih bitij, ker so nam

33 Kakor hitro pa omenimo prostorsko razprostranjenost gena, intuitivno zaznamo primanjkljaj znotraj takih modelov, ki v genu ne izpostavijo še nečesa, kar sega onstran tudi najbolj razsežne mogoče prostorske namnoženosti. Potreben bo torej še model, ki temelji na informaciji in ki tako časovno-molekularnemu genu doda še tisto manjkajočo razpotegnjenost v čas.

34 Do tu načelno govorimo o časovno-molekularnem genu - dasiravno bomo pozneje videli, da se neki specifični del vsebine pojma časovno-molekularnega gena naposled izmuzne iz definicije organizmskega gena.

35 O eventualnosti govoriva zato, ker v primeru haploidnih enoceličarjev (glej naslednjo opombo) te dodatne enote ne obstajajo.

36 Lokus je mesto na kromosomu. V vseh primerih živalskih organizmov, kot tudi pri številnih rastlinskih in enoceličnih organizmih, se na njem nahajata po dva paralelno ležeča in delujoča molekularna ali časovno-molekularna gena. Fenomen se imenuje diploidnost; za razliko od haploidnosti, pri kateri je na lokusu en sam gen. Lokus lahko, podobno kot gen, obravnavamo v ožjem - celičnem ali širšem - organizmskem kontekstu (obstaja pa, kot bomo videli, še en možen pomen, ki je še širši). Trenutno se osredotočava na organizmsko varianto. Fenomen lokusa pa vendarle vnaša nekaj zmede v tukajšnjo razpravo, saj je na primer po mutaciji, kakršna je translokacija (glej opombo 61) včasih zelo težko reči, ali je lokus ostal ali pa se je preselil na drugo mesto v genomu.

te zaradi naše zoocentričnosti pač najzanimivejše. Po smislu pa bo veljala tudi za mnogocelična živa bitja z več kot dvojnimi številom genov na posameznem lokusu³⁷.

Po ena replika celotnega genoma (ki v primeru diploidnosti sestoji iz dveh kromosomskih setov) se nahaja v malone vsaki celici organizma³⁸, in tako je v tem organizmskem genu dvakrat toliko posameznih replik časovno-molekularnih genov, kolikor je v organizmu celic z genomsko intaktnim diploidnim jedrom. Po tej opredelitvi se torej ne osredotočamo več na posamezno molekulo v prostoru in časovnem trajanju, temveč nam predstavlja gen v širšem, organizmskem smislu. Prisotnost različnih proteinov na različnih odsekih DNA, glede na vrsto in aktivnost posamezne celice, pa je nato tista, ki ji pripisujemo odločilno³⁹ funkcijo⁴⁰ pri vzpostavitvi in ohranjanju vseh številnih razlik v morfologiji in delovanju posameznega tipa celice, kot dostikrat celo tudi vsake posamezne celice.

Organizmski gen je, okvirno rečeno⁴¹, torej časovno-molekularni gen, razširjen v dodatno dimenzijo. Ta dimenzija ne pomeni le preproste kvantitativne namnožitve števila replik na organizmskem lokusu obravnavane sekvence, tako da pač iz ene dobimo več milijard le-teh; temveč gre pri tem za izrazito kvalitativno in funkcijsko potezo. Že nukleotidno povsem enake genetične sekvence na lokusu znotraj organizma so namreč v odvisnosti od različnih lokalnih okolij, kjer se nahajajo, na moč različnih kromosomskih konfiguracij, pa tudi dejavnosti - in to tako v kvantitativnem, kot celo v kvalitativnem smislu. K temu pa je eventualno treba prišteti še tisto razliko, ki izhaja že iz prvotne heterogenosti obeh genetičnih sekvenc na posameznem lokusu znotraj enoceličnega zarodka. Imenuje se heterozigotnost in je posledica različnih izvorov vsake izmed obeh genetičnih sekvenc: ena izhaja iz očeta in druga iz matere. Le v primeru popolne homozigotnosti, se pravi ujemanja obeh genov v slehernem nukleotidu, ta različnost izvorov ne prinaša te še dodatne diferenciranosti sekvenc.

Gen, ki je po tej definiciji prisoten na vsakem koncu znotraj organizma, postane v tem smislu že dostojen kandidat za vlogo nosilca življenja; ki pa, razumljivo, tudi poslej nima neomejenih razsežnosti. Nasprotno, ves čas ga utesnjujejo okoliške razmere - in to celo v najboljšem izmed vseh primerov⁴².

B) Organizmski gen glede na časovno-molekularni gen

Organizmski gen, kot sva že napovedala, vendarle ni dosledna razpotegnjenost časovno-molekularnega gena v dodatno razsežnost, temveč se z njim nekaj značilnosti prejšnjega modela tudi izgubi. Organizmski gen prične namreč obstajati v trenutku po ločitvi določene celice od multicelularnega nespolno razmnožujočega se organizma, ali po združitvi dveh celic spolno razmnožujočih se mnogoceličarjev. To pomeni, da se vzpostavlja vsakič znova, ko prične obstajati novo živo bitje, in da obstaja vse do

37 To stanje, ki ga najdemo predvsem pri nekaterih rastlinah, imenujemo poliploidno.

38 Znana izjema pri tem so eritrociti pri sesalcih, ki v teku svojega razvoja izgubijo jedro in s tem vso dedno snov; prav tako pa tudi nekatere celice limfocitne vrste, ki v času svojega funkcionalnega dozorevanja izrežejo dele svojega genoma.

39 Ne pa tudi zadostno. Potrebni so seveda še vsi pozitivni momenti s strani okolja, ki sploh omogočajo življenje.

40 Še tako zadržemu zagovorniku tehnologije rekombinantne DNA - te, ki redukcioniste v naravoslovju oskrbuje s fascinantnimi odkritji na področju temeljnih, še bolj pa uporabnih raziskav - je najbrž že jasno, da spoznanje in laboratorijska sintetiziranost same sekvence nukleotidov tudi celotnega genoma nikakor ne more ustvariti niti ene same žive celice, kaj šele živega bitja.

41 V smislu opombe 34. Razlaga sledi.

42 Večinoma, če imamo v mislih širši prostor in čas v vesolju, razmere s strani okolja namreč sploh niso primerne za njegov obstoj.

konca njegovega življenja, neglede na nastajanja, mutacije in razpade nešteti svojih replik. In da preneha obstajati z vsako smrtjo njegovega organizmskega nosilca, neglede na svojo morebitno predhodno replikacijo v okviru nastanka potomcev danega bitja. Organizmski gen torej po definiciji obstaja natanko toliko časa kot sam organizem. Na eni strani to predstavlja varnost za njegovo identiteto, po drugi strani pa postane spričo te definicije končen. Njegov obstoj v primerjavi s časovno-molekularnim genom je torej veliko bolj dorečen in bistveno manj hazarden. Časovno-molekularni gen je lahko v vsakem trenutku tudi znotraj živega organizma razpadel; toda po drugi strani je lahko vendarle tudi prebil bariero organizma. Ob vsakem spočetju potomca se ena njegova replika - resda med številnimi milijardami - prebije v naslednji rod. V novem organizmu lahko nato obstaja spet povsem poljubno časovno obdobje - lahko že kmalu fizično razpade, lahko pa se spet - po le še teoretično mogočem naključju - skozi spolne celice poda v potomca iz nadaljnje generacije; in vse to se v teoriji nato ponavlja spet in spet, pač s še manjšo in manjšo, neizmerno zanemarljivo, pa vendar nikoli popolnoma nično verjetnostjo. Zato teoretični model organizmskega gena vendarle ni popolnoma dosledna preslikava časovno-molekularnega gena v dodatno dimenzijo. V praksi je ta nedoslednost sicer zanemarljivo majhna. Vendarle pa se lahko pri tem spomnimo na tisto, kako je tudi sama biološka evolucija v glavnem⁴³ potekala na osnovi naravnega izbora izjem, ki so se po naključju pojavile in bile po še večjem naključju nosilke prednostnih lastnosti pred dotlej najboljšimi, uveljavljenimi variantami. Ali pa se preprosto še rajši⁴⁴ spomnimo na stari, banalni izrek o izjemah, ki potrjujejo pravilo.

C) Fenomen embriogenetične razpršitve

Pri organizmskem genu opazimo zanimiv fenomen, ki ga imenujemo *embriogenetična razpršitev*. V začetnih minutah svojega obstajanja je ta organizmski gen skoncentriran v enem samem paru svojih replik, ki je tako rekoč genetično totipotenten - v smislu, da se iz njega razvije kompletan organizem. V stadiju večceličnega zarodka se ta sposobnost porazgubi; vsaka od celic pričinja s svojima nastalima setoma genetičnih replik opravljati čedalje bolj specialno funkcijo. Gre za funkcije, ki jih izvira, se pravi oplojena jajčna celica ali enocelični zarodek ne bi mogla opravljati. Poleg tega potrebuje ta specializirana celica za opravljanje teh funkcij tudi že zapleteno organizmsko okolje, ki ga sooblikujejo še druge bolj ali manj specializirane celice - brez slednjega bi njena lastna specialna funkcija stala v zraku kot streha brez nadstropij pod seboj. Embriogenetična razpršitev se nanaša torej na čedalje manjši celostni nadzor s strani posamezne celice, oziroma vsake posamezne genetične replike v njej, nad skupnim dogajanjem. V prvi vrsti temu botruje dejstvo, da je sčasoma v organizmu vse več celic - in njim ustrezno število genetičnih replik-, in te lahko zato vse manj pogrešajo katerokoli izmed njih. K temu pa svoje prispeva tudi prej navedena specialnost vsake celične skupine - specialnost, ki je za organizem

43 Spričo nekaterih uspešnih poskusov, ki nakazujejo možnost obstajanja induciranih mutacij lamarckovskega tipa (13,14), je namreč treba dopustiti tudi to alternativno opcijo kot možen stranski princip v evoluciji.

44 Prejšnji primer, v zvezi z naravno selekcijo, je namreč morebiti vendarle malo preveč zavajajoče sugestiven - v organizmu, kolikor vemo, pač ne poteka selekcija tiste vrste, da bi omogočala kakršnokoli preživetveno prednost določenemu časovno-molekularnemu genu.

v najosnovnejšem preživetvenem smislu prej razkošje kot pa življenjska nuja - če seveda ostajamo izključno v sferi posameznih celic⁴⁵.

Č) Shematični zapis organizmskega gena

Skrajno shematični zapis organizmskega gena bi zdaj spominjal na - spričo diploidnosti - dva ločena stavna listka, k temu pa bi se stava na vsakem od njiju zdaj ne nanašala več na eno repliko, marveč na vse milijarde le-teh, kolikor jih je v organizmu. Pri tem bi bila upoštevana sleherna mutacija, ki se je pripetila znotraj tudi ene same med njimi. Če bi na primer v epitelni celici kože na komolcu nukleotid A mutiral v G; na homolognem mestu v neki celici vezivnega tkiva znotraj jeter v C; na tretjem homolognem mestu znotraj mišične celice quadricepsa femoris pa v T - bi s tem že zapolnili vse možne točkovne mutacije na tem mestu. Zato bi tovrstni zapis ne bil kaj prida pripoveden. Na preštevilnih mestih bi imeli zapisane vse štiri nukleotide in tudi indeksi 1,2,3..., ki bi označevali morebitne povratne mutacije, ne bi mogli veliko pomagati. Spričo tega si je organizmski gen, če hočemo, da nas sploh o čemerkoli informira, pač treba predstavljati v pol shematizirani obliki, kot strukturo, ki jo sestavljata po dva časovno-molekularna gena določenega lokusa iz vsake celice v organizmu. V funkcijskem smislu pa, kakor smo že videli, od tkiva do tkiva in velikokrat tudi od celice do celice tako prihaja do še dodatnih sprememb k tistim, ki jih prinašajo zgolj nukleotidne mutacije in pa tista že izhodiščna heterozigotnost - bistvena poteza funkcijske raznolikosti posameznih replik izhaja tudi iz lokalnih razlik v proteinskih komponentah.

D) Vrednosti in slabosti v modelu organizmskega gena

Prva prednost, ki jo prinaša postavitve modela organizmskega gena, je, podobno kot to velja za predhodno obravnavana modela molekularnega in časovno-molekularnega gena - v zapolnitvi nedorečenosti, ki je doslej obstajala na področju pojmovanja gena. Če se je namreč v preteklosti govorilo o genu, se je samo iz konteksta lahko razbiralo, ali ima razpravljalca v mislih kemično substanco ali širšo, občo vsebino, ali pa morda celo alternativno vsebino pojma gen. Če izrečemo besedno zvezo organizmski gen, časovno-molekularni gen ali katero drugo izmed obravnavanih v tem spisu, pa je takoj zelo jasno opredeljeno, o čem govorimo.

Druga prednost, pri kateri pa ne gre več samo za reševanje problemov komunikacije med naravoslovci, temveč je tudi že vsebinske narave, se kaže v povezovalnosti replik enega gena v pomensko celoto. Pri klasični uporabi pojma gen smo ugotovili ohlapnost, ki se je kazala v tem, da so bile vse replike nekega gena poimenovane po neki manifestni funkciji, ki jo je opravljala le manjša skupina teh replik. Konkretno: o genu za modre oči se je govorilo povsem na splošno; če pa smo se nato vprašali, ali je ta gen tudi v prstu na levi roki nekega modrookega individuuma, smo si morali odgovoriti pritrdilno. In vendar to ni res, kajti v tem primeru gre le za potencialno bitnost. Organizmski gen pa v svoj celoviti obseg vključuje tako izražene kot neizražene replike DNA, ki izhajajo iz istega lokusa v oplojeni jajčni celici; in preprosto pač nosi ime po funkciji tiste skupine replik⁴⁶, ki je med njimi aktivnostno najizrazitejša.

45 Kakor hitro bi namreč izpadla večja funkcionalna skupina celic, bi bila njihova odsotnost morda že usodna za ves organizem.

46 Razen pri spolnih celicah, udeleženih pri oploditvi, najbrž ni primera, ko bi obstajala ena sama replika nekega gena, ki bi bila ekskluzivna v svoji aktivnosti. Zato govoriva o skupini replik.

Sam model resda ne vsebuje kake pojasnjevalne strukture, ki bi pripovedovala o tem, zakaj replike sodelujejo med seboj - vendar pa kaj takega v primeru organizma tudi ni potrebno. Samo dejstvo, da se nahajajo v skupni koži, je na tej ravni popolnoma zadosten vzrok in pojasnilo za njihovo sleherno družno funkcioniranje. Toda stvar, kakor hitro stopimo na višjo zahtevnostno raven, ni več tako preprosta.

Čeprav se ta model prav tako kot model sebičnega gena izogne vsakršnemu fiziološkemu pojasnjevanju, pa ju vseeno ne moremo tlačiti v isti koš. Za model sebičnega gena je značilno, da vsakršen genetični pojav razlaga post festum, ko je torej že očitno, da se je pripetil. In za nameček k temu - ga v resnici sploh ne razlaga; temveč izreka tautološko trditev, da se je nekaj zgodilo zato, ker se je pač zgodilo (ker so svojo moč uveljavili določeni geni); in če se ne bi, se pač ne bi (ker bi zmagali pač drugi geni). Po Popperjevi uvedbi kriterija falsifikabilnosti v opredeljevanje hipoteze kot znanstvene (15) tak model sploh ne spada več v omenjeni okvir - čeprav seveda neovrgljivo drži za sleherni možni primer.

Organizmski gen kot model kaže prednost v primerjavi z omenjenim vsaj v tem, da ima spričo svoje nepretencioznosti in samoomejitve na posamezni organizem praviloma tudi napovedno moč. Če vzamemo katerikoli del telesa, lahko tudi brez izrekanja ali poznavanja specifičnih fizioloških poti najdemo smiselno povezavo med njim in katerikoli drugim delom istega organizma. Časovno-molekularni geni - zlasti zaradi njihove še posebej izpostavljene funkcije, kodirajo namreč sintezo in postavitev številnih drugih substanc znotraj organizma - pri tem prav zagotovo niso izjema. Povsem realno je pričakovati, da bo vsak tak gen v okviru svojih zmožnosti aktivno deloval v prid obstoja kateregakoli drugega gena v organizmu. Toda ker ta njegova aktivnost velja konec koncev tudi neglede na to, ali je ciljni gen njegov homolog ali ne, in ker gre navsezadnje prav tako lahko celo za vsako drugo negenetično molekulo, ki z njim gradi skupni organizem - vidimo, da je pričujoči argument o funkcionalni zvezi med molekulami organizma zelo nespecifičen; tako da, vzet sam zase, brez drugih argumentov, nikakor ni zadosten za utrditev modela organizmskega gena s funkcijske strani.

E) Korak k fiziološki utrditvi modela organizmskega gena

Ker pa so nekatere med organizmskimi molekulami tudi škodljive, je za organizem kot celoto pač zelo pomembno njihovo prepoznavanje in izločanje, torej prav nasproten mehanizem od sodelovanja. Med najnevarnejše izmed teh tako imenovanih molekularnih izobčencev spadajo prav nekateri časovno-molekularni geni, in sicer tisti, ki lahko premagajo kontrolni sistem organizma ter se začnejo nebrzdano množiti, kar naposled privede do novotvorb⁴⁷. Niz organizmskih genov se nato - eni bolj, drugi manj, tretji pa tudi ne, a prvih dveh vsaj ne ovirajo - udeležuje pri odpravitvi te težave. In v tem se pokaže eden od fizioloških momentov povezanega organizma; kar pa hkrati pomeni tudi funkcionalno utemeljenost organizmskega gena. Del organizmske celote - kakor smo jo bili navajeni videti doslej: temelječo zgolj na morfološki in spričo tega le navidezni celovitosti - se na tej točki izkaže za funkcijsko ne vključenega v to celoto. V smislu organizmskega gena kot funkcionalne entitete ta del torej odpade od nje. Geni novotvorbe ne sodijo več pod okrilje organizmskih genov, pa

⁴⁷ V zvezi s tem izrazom je zanimivo, da namesto njega velikanska množica ljudi uporablja v tem kontekstu napačen latinski izraz tumor - ki v resnici ne pomeni nič drugega kot oteklino. Pri tem nazivanju strokovnjaki, se pravi zdravniki in veterinarji, niso prav nič boljši od laikov. Nasprotno, laiki pogosteje uporabljajo na videz nekoliko manj strokovno besedo rak, ki pa je vsaj v primeru določenih malignih novotvorb neprimerno ustrežnejša. Latinsko pa se novotvorbi pravilno reče neoplasma.

čeprav so izhajali iz njih. Vse to pa seveda ne odpravlja dejstva, da je morfološko vsak tak izobčenec po vsem tem še vedno prisoten - in če ga organizem ni sposoben premagati, oziroma če mu pri tem ne pomagamo s terapijo, lahko postane patološki del tako malignen, da zaradi njega propade ves organizem, z njim vsi geni in med njimi tudi prav ti, ki so brezglavo povzročili skupni konec.

Na primeru organizmskih molekularnih odpadnikov torej vidimo, da medsebojna povezanost molekul v organizmu ni tautološka in absolutna, temveč temelji na kriterijih vzajemnega pozitivnega součinkovanja. V tem smislu je relativna - traja le do takrat, ko še ustreza omenjenemu kriteriju. Problem najinega modela pa kljub vsemu ostaja ta - navzlic argumentu o odpadnikih še vedno velikanska - nespecifičnost povezave med molekulami z različnih koncev. Za fiziološko utrjen model organizmskega gena bi bilo treba odkriti trdnjše fiziološke temelje za povezovanje posameznih homolognih sekvenc, kot pa sva jih navedla zaenkrat. In še dodatna slabost tukajšnjega modela je vsekakor tudi omejenost njegove vsebine na organizem, ki je zaenkrat pač definitivno končna entiteta. To zadnjo pomanjkljivost⁴⁸ bova presejala v naslednjem modelu; medtem ko bo treba fiziologijo povezav iskati na drugih mestih, pa naj bodo ta iskanja oprta na klasično redukcionistično paradigmo z njenimi biokemijskimi eksperimenti, ali pa na emergentistično paradigmo z njenimi poskusi, ki preučujejo fizikalna polja koherentnih oscilacij ter kvantno mehanske principe v okviru živih organizmov (6,9).

3. Vesoljni gen

A) Opredelitev vesoljnega gena

Pričujoči model združuje oba prejšnja in s tem rešuje nekatere najočitnejše probleme, ki sta jim podlegala eden ali drugi⁴⁹. To vendarle ne pomeni, da bosta prejšnja modela povsem presežena s to njuno sintezo. V svojih delnih pomenih sta namreč veliko bolj precizna od slednje. Kadar hočemo govoriti o določenem vidiku gena, se je bolje poslužiti enega, drugič pa drugega modela in izraza.

Vesoljni gen, če se spet osredotočimo na mnogoceličarje⁵⁰, je zaporedje časovno-molekularnih in organizmskih genov, ki si med seboj v času vseskozi izmenično sledijo. Prevladujoči del časa se celostna organizmska dogajanja sučejo na platformi organizmskega gena. Določen časovno-molekularni gen pa opravi svojo odločilno funkcijo v času reprodukcije organizma - s tem genom, ki obstaja okvirno le nekaj tednov, se opravi usodno pomembni prenos v organizem potomca. Po oploditvi ta gen skupaj s svojim novim partnerjem predstavlja nov organizmski gen. Že ob prvi celični delitvi se - če nimamo v mislih ravni, ki je višja od celične - med seboj za vselej ločita. Kot časovno-molekularna gena, ki pač podlegata zakonitostim biološke razpolovne dobe, obstajata in se množita vsak po svoje še določen čas, dokler nekoč vsak

48 Ta pomanjkljivost, če ji v resnici lahko tako rečemo, ni konceptualne narave, temveč izhaja iz dejstva, da model sledi realnosti. Kakor hitro propade organizem, mora propasti tudi organizmski gen. Šele v nasprotnem primeru pa bi dejansko šlo za pravo, konceptualno pomanjkljivost. Z analogno situacijo smo se srečali tudi že pri prejšnjem modelu.

49 Vse tiste težave, ki sta jim podlegala oba hkrati - glavna med njimi je ravno nerešeno vprašanje medmolekularne fiziologije -, pa seveda ostanejo tudi po tej združitvi.

50 Pri haploidnih enoceličarjih pa je, spričo redundantnosti izraza organizmski gen v njihovem kontekstu (kot rečeno, sta tam časovno-molekularni in organizmski gen sinonima), vesoljni gen samo časovno-molekularni gen, namnožen v replike, ki se nahajajo v samostojnih enoceličnih organizmih. Tudi diploidni enoceličarji za nas na tem mestu niso kaj bistveno bolj zanimivi od haploidnih - kot rečeno, ni njihov organizmski gen pač nič drugega kot par časovno-molekularnih genov.

od njiju skupaj s svojo tedanjo celico tudi fizično ne razpade. V okviru organizma tačas seveda že obstaja velikansko število raznih časovno-molekularnih genov, njihovih potomcev, toda nobeden med njimi ne opravlja tako izpostavljene funkcije kot sta jo tista dva, ki sta - seveda ne sama, ampak vsak skupaj s po eno repliko vsakega drugega gena v tistem nizu⁵¹ - prenesla dedno informacijo za ves novi organizem. Šele v času, ko slednji dozori za reprodukcijo, se ves proces ponovi - le da sporočilo v nadaljnji rod prenese nek novi⁵² časovno-molekularni gen.

Šele model vesoljnega gena je med vsemi navedenimi modeli prvi, ki povzema tisto najvažnejšo lastnost, zaradi katere je bil gen kot pojem sploh vpeljan, ki mu je dala ime in zaradi katere se tudi toliko ukvarjamo z njim - to je *dednost*. Že organizmski gen je bil sicer prav tako definiran kot replicirajoča se enota, iz ene njegove replike je navsezadnje nastajalo milijarde novih. Toda s tem še vedno nismo bili prišli do dednosti v pravem in biološko pomembnem smislu. Pojem dednosti dobi pomen šele na medorganizmski ravni, ko se nekaj prenese z enega individuuma na drugega, oziroma iz ene generacije organizmov v drugo.

B) Mutacijsko inertni vesoljni gen kot prva skrajna oblika vesoljnega gena

V najbolj ekstremni teoretični varianti je vesoljni gen na eni strani mogoče videti kot neke vrste sebični gen - kriterij pri tem je seveda popolna mutacijska inertnost, torej nespremenljivost v danem času. Če je dani čas dovolj kratek, je ta celo precej zanesljiva.

Konceptualni problem klasičnega sebičnega gena pa je v tem, da njegove kohezivnosti⁵³ ne zagotavlja nobena druga lastnost, kot le naslednje tri, za katere pa bova v nadaljevanju pokazala, da so neustrezne: a) na ravni posamezne molekule je to medsebojna fizikalno-kemična privlačnost obstoječih znotrajmolekularnih atomov; b) na ravni organizma gre bolj ali manj le za skupni "interes" vseh organizmskih molekul; c) na medorganizmski ravni pa se trudi povezave identificirati koncept *inkluzivne sposobnosti* (angl.: inclusive fitness). Argument s prve ravni je seveda docela irrelevanten za koncept sebičnega gena, saj se tudi skrajni prostorski domet tega argumenta končuje še vedno znotraj ene same molekularne replike. O razsvetljevalnosti in težavnosti argumentacije na drugi ravni sva že govorila - nanašajoč se tako na model sebičnega gena kot na lastni model organizmskega gena (glej točko D v prejšnjem poglavju). Tretja raven pa predstavlja nekoliko bolj zapleten problem.

51 O genu vseskozi govoriva v ednini, oziroma dvojini - kadar je za razpravo pač relevantna tudi diploidnost. Torej se smisel nanaša na posamezni lokus. Informacije za ves organizem kajpak ne nosi posamezni par časovno-molekularnih genov, marveč oba niza vseh genov. Pri človeku jih je po nekaterih sodbah (ki so - v smislu zapisanega v drugem poglavju - lahko edinole zares površne in nadvse špekulativne) okrog sto tisoč. V vsaki celici so razporejeni po 23 parih jedrnih kromosomov ter še po številnih, a razmeroma manj pomembnih kopijah mitohondrijskega kromosoma.

52 Le na ravni samo še teoretične in infinitezimalno majhne verjetnosti bi bil to lahko, kot že rečeno, tudi isti časovno-molekularni gen, ki je deloval že v okviru oploditve znotraj prejšnje generacije organizmov.

53 Zanimivo je, da se definitivna sebičnost tega gena nanaša prav na njegov odnos do alelov, tistih genov, ki se od njega vsaj minimalno razlikujejo in ki se nahajajo na istem lokusu kot on - pa naj ta lokus jemljemo v celičnem, organizmskem ali vesoljnem smislu. Od dveh genov, ki skupaj ustvarita organizem, bi po intuiciji namreč pričakovali kaj drugega kot čisto sebičnost. To intuicijo pa poslej podpira tudi pojmovni model organizmskega gena.

C) Kritika teorije sebičnega gena skozi kritiko teorije inkluzivne sposobnosti

Evolucijski model inkluzivne sposobnosti upošteva razen preživetvene in neposredne reprodukcijske sposobnosti posameznika, nosilca določenih lastnosti, tudi njegovo posredno reprodukcijsko sposobnost - vanjo je poleg njegove lastne vključena še preživetvena in reprodukcijska sposobnost vseh njegovih ožjih sorodnikov (16)

Koncepta inkluzivne sposobnosti ter sebičnega gena se med seboj odlično dopolnjujeta in utrjujeta, poleg tega pa sta oba videti neovrgljivo trdna. V zvezi s teorijo sebičnega gena smo videli, kako je z njeno neovrgljivostjo - da ta v resnici sploh ni nikakršna vrlina znanstvene teorije, temveč njen lastni konec. K teoriji inkluzivne sposobnosti pa pristopava z druge strani.

Iz te teorije izhaja trditev, da obstaja za vsako biološko altruistično situacijo⁵⁴, v katero sta vpletena subjekt in njegovo sorodstvo, izračun, ki natančno pove, ali se v genetičnem smislu subjektu splača žrtvovati za sorodnike ali ne. Če je subjekt sam s seboj v sorodstvu s koeficientom 1, potem drži med njim in njegovim bratom, očetom ali sinom koeficient 0,5; in ta se z vsakim nadaljnjim sorodstvenim kolenom še prepolovi. Ko bi se torej pojavili na primer vsi omenjeni trije sorodniki našega subjekta - brat, oče in sin - hkrati; in ko bi bila na subjektovi tehtnici na eni strani njegova lastna korist, na drugi pa korist slehernega od onih treh - bi se moral po omenjenem računu instinktivno odločiti v prid slednjim, kajti njihova skupna genetična teža je večja od njegove lastne.

Omenjeni argument pa ni dovolj izdelan, da bi lahko kot tak vzdržal logično in empirično preverjanje. Navezava na koeficient sorodstva namreč nikakor ne zadostuje za pojasnjevanje omenjenega fenomena, pač pa moramo to temeljno navezavo inkluzivne sposobnosti na koeficient sorodstva utrjevati še s strani vsaj dveh dodatnih koeficientov: mladosti in gotovosti (2).

Če bi sodili le po koeficientu sorodstva, bi ne bilo s strani individualnega subjekta prav nobene razlike med njegovim otrokom in njegovim staršem - v resnici pa nam je povsem očitno, da vsako živo bitje skrbi primarno za svoje otroke, šele pozneje pride po pomembnosti na vrsto eventualna skrb za starše. Skrb za brate pa je po tej biološki logiki nekje vmes. Torej bi k utrditvi omenjenega razmišljanja lahko pripomogel nek koeficient starosti, še bolje - mladosti.

Tudi koeficient gotovosti prihaja v praksi velikokrat v poštev, saj vendar sorodstvo ni tako dorečena relacija, kot se zdi. Gre le za večjo ali manjšo stopnjo gotovosti. Mati je sicer lahko skoraj vedno gotova, da je otrok njen; medtem ko pa je že *pater semper incertus*; in pri daljnejših sorodstvenih povezavah se vsa negotovost samo še sešteva in kopiči⁵⁵.

Navedena dodatna koeficienta sta pravzaprav nujno potrebna modelu inkluzivne sposobnosti za njegovo utrditev *post hoc*. Ta potreba po njegovi utrditvi obenem pomeni tudi to, da je sam model inkluzivne sposobnosti in principu ovrgljiv - kajti če utrditve ne bi bilo, bi se logično in empirično jasno pokazalo, da model ne drži. Če je model ovrgljiv, potem je tudi znanstven. A če mu je potrebna dodatna utrditev, potem je nepopoln.

54 To je situacija, na podlagi katere je možno neko biološko altruistično dejanje - razdajanje ali žrtvovanje nekega osebk za enega ali več drugih osebkov.

55 Veliko reda na tem področju lahko že zdaj naredi DNA-fingerprinting, metoda, za katero bomo lahko kmalu rekli, da skorajda dejansko ugotavlja sorodstvo, in ne le, da ga lahko samo ovzrže - s čimer so doslej le posredno nakazovali sorodstvo z drugim možnim kandidatom (na primer potencialnim očetom nekega otroka).

Model inkluzivne sposobnosti pa od te ugotovitve njegovih principielnih pomanjkljivosti v svoji obči uporabnosti ni veliko zamajan; kajti še vedno je to edini razpoložljivi model, ki povzema evolucijske fenomene na liniji biološkega altruizma in ki je dovolj pronicljiv ter blizu človeški intuiciji - seveda ob upoštevanju tudi obeh njegovih že opisanih dopolnitev. V vsej tej njegovi vrednosti pa ga lahko tudi mimo zapisanega ugovora speljemo na popolnoma drugi tir, onstran medsebojno utrjujoče se zveze s konceptom sebičnega gena. Poglavitno pri tem je naslednje vprašanje: če ne poznamo funkcijske poti delovanja pri sebičnem genu, kaj ni potem povsem mogoče, da je gen samo sredstvo, s katerim se razširja neka osnovnejša in, kot vse kaže, nematerialna entiteta; da je gen morda le kriterij, po katerem se individualne forme te entitete razpoznavajo? Glede na dokaj mehanično strukturiranost gena, ki v nam znani obliki še zdaleč ne pojasnjuje celovite urejenosti dinamike življenja, in glede na številne teoretične (17,18,19) in celo empirične dokaze (20,21,22,23) za obstoj določenih fizičnih polj, ki to dinamiko veliko izdatneje pojasnjujejo, se zdi ta pripomba več kot samo še ena zanimiva možnost. Inkluzivna sposobnost - seveda ob vsej navedeni skepsi do nje - pa je v takem primeru sicer še vedno lahko proporcionalna s stopnjo klasičnega genetičnega ujemanja, ni pa merilo *generične* ravni pojava⁵⁶.

Č) Gen⁵⁷ kot spremenljiva in decentralizirana⁵⁸ entiteta

Na vseh treh napovedanih ravneh - molekularni, organizmski in medorganizmski - torej ugotavljamo, da ni nikakršne funkcionalne razlage, zakaj bi replike znotraj sebičnega gena naredile sploh karkoli za to, da bi ostale v okrilju dotedanjega vesoljnega imena, temelječega na identičnosti nukleotidnega zaporedja. Povsem drugače pa je, če interpretacijo le nekoliko zasukamo, in namesto sebičnega gena, ki je bil opredeljen kot statično⁵⁹ središče ali negibljivi gibalec, jemljemo isto substanco v dinamičnem in decentraliziranem smislu. Podoba spreminjajočega se, evolutivnega gena, ki ni več samozadostni vzrok in cilj samemu sebi; podoba, ki je značilna za zadnje tri tu predlagane modele, se za razliko od statičnega modela, kakršen je tudi⁶⁰ sebični gen, zlahka naveže na omenjena izhodišča, ki jih nudi moderno naravoslovje. Gen je postavljen na mesto izvrševalca določenih funkcij, enako kot to velja za vse druge molekule; končno pa je odstavljen z mesta središčnega gibalca, katero je nekaj desetletij druge polovice našega stoletja zasedal v človekovih zmotnih predstavah (3,24). Že zdrava pamet pa bi nam lahko ves čas narekovala ustrezen odnos do tovrstnih pogledov - na gen bi morali tudi v trenutkih njegove največje navidezne vladavine gledati kot na nekaj zelo relativnega, nekaj povsem odvisnega od kopice zunanjih faktorjev. In prav v tem je, paradoksalno, njegova resnična moč. Če bi, kot to kažejo statične definicije, gen preminul ob vsaki mutaciji, ne bi bilo nikakršne funkcionalne kontinuitete med njim in tistim, kar bi nastalo iz njega. Tako pa v svoji

56 Da stvar še nekoliko karikirava, jo primerjajmo z neko anekdotično študijo in njenimi ugotovitvami, da je pri odraščajočih otrocih količina znanja v pozitivni korelaciji z velikostjo stopala.

57 Trditve pod to točko se ne nanašajo izključno na vesoljni gen, ampak tudi na predhodno obravnavane koncepte (kar zadeva decentraliziranost, tudi vključno z molekularnim genom).

58 Izraz uporablja spričo pomanjkanja ustreznjšega. V ta namen pa ga je treba prirediti, tako da ne označuje več neke razpršitve, temveč pomik iz središča. Ta pomik namreč spet ni tako skrajšen, da bi ga lahko poimenovala periferizacija. Izraza tudi ne sloveniva v razsrediščen, -a; kajti tak bi imel spet dodatne in na tem mestu morda celo zavajajoče implikacije (v prvi vrsti kot psihološki termin).

59 V smislu njegove po definiciji zahtevane mutacijske inertnosti.

60 V širšem smislu so namreč statični tudi vsi dosedanja molekularno-biološki in klasični pojmovni modeli gena, ki ne upoštevajo evolutivnosti (1).

spremenjenosti nastopa naprej kot procesno identičen svoji predmutacijski pojavnosti obliki.

Če vzamemo spremenljivost gena strogo zares, pa kmalu pridemo do drugega ekstremnega gledanja. Glede na dejstvo, da so časovno-molekularni geni na homologno ležečih položajih v celicah in organizmih tako šibko funkcionalno povezani med seboj; in glede na to, da med mutacije (ki pač ne spreminjajo genov po tukajšnjih definicijah) uvrščava tudi kromosomske translokacije in transpozicije⁶¹, ki na razvejanih evolucijskih poteh tudi fizično vse bolj zabrisujejo in ukinjajo vsakršno lokacijsko genetično homolognost med organizmi in celo celicami znotraj njih, pridemo do spoznanja, da v primeru govorjenja o vesoljnem genu naposled zajamemo vse genetične zapise na našem planetu, v kolikor so ti pač skupnega izvora. Tak model bi nedvomno lahko dobrodejno vplival na humanistično in spiritualno usmerjene ljudi, saj bi v njem videli dokaz, da smo vsa živa bitja ena sama velika družina ali pa celo en sam velikanski živi plašč okrog planeta (25). Toda mimo takih dobrohotnih ideoloških implikacij, omenjeni razširjeni model izgubi svoj originalni namen - svojo pojasnjevalno, znanstveno vrednost.

Smiselnost modela torej iščemo le v njegovih srednjih predelih, medtem ko sta obe opisani skrajnosti nepripovedni. A tudi v teh se znajdemo pred vprašanji. Najprej, kje je meja, ko neki ud vesoljnega gena še funkcionalno deluje na drugega in si s tem torej še zasluži obravnavo v tej konstelaciji? Pravil ni. Večinoma je vse skupaj celo neprimerno bolj odvisno le od njunega naključnega nahajanja v krajevni bližini drug drugemu, kot pa od njune sorodnosti. Omenjene meje lahko postavljamo torej samo zelo približno in z dopuščeno možnostjo odstopanj.

Druga, še bolj vprašljiva stvar pa je, ali nam modeli materialnega gena v resnici povedo največ, kar lahko izvemo. Če sva namreč omenila alternativno varianto, kjer je material v genu samo še izvrševalec nekega osnovnejšega dejavnika, potem je morda čas, da tudi sam pojem gena kot gole materialne⁶² bitnosti povsem opustimo in se začnemo ukvarjati z njegovo resnično funkcionalno vsebino; tisto, ki bi nam odgovarjala tudi na vprašanje o poreklu, ne le nosilcu funkcije.

IV. GEN KOT INFORMACIJA

Pod vplivom moderne informacijske revolucije, ki pronica v vse pore našega življenja in mišljenja, smo začeli tudi v genetiko na veliko uvajati pojem informacije. Vse, kar je odkrivala in še odkriva genetika, se pokaže bolj ali manj kot pretanjeno izdelan mehanizem za skladiščenje, reprodukcijo, uveljavljanje in popravljanje *genetičnih informacij*. Gen kot materialni delček tu izgubi znaten del pomembnosti, saj ostane le še *nosilec in skladišče* določene informacije. Šele informacija je tista entiteta, ki dejansko deluje, ki je aktivna. Skozi aristotelovska očala bi bil gen le še materija, medtem ko je forma njegova informacija. Toda tudi to ni povsem točno, kajti forma gena zadobi lastnosti, ki jih Aristotelova forma ni imela: postane povsem

61 Translokacije so kromosomske aberacije, pri katerih pride do spremembe položaja določenega kromosomskega segmenta znotraj genoma. Transpozicije so na videz nekoliko podobni, v resnici pa veliko bolj urejeni procesi, pri katerih se neka replika prenese na drugo, vendar določeno mesto v genomu. Poleg tega velja pri transpoziciji, da ena veriga DNA v principu ostane na prvotnem mestu (11) - torej gre prej za duplikacijo kot pa za translokacijo neke sekvence.

62 Za to materialnost je kajpada značilna tudi funkcija - toda problem omenjene materije je ta, da ni dokazano izvor funkcije, marveč je lahko le njeno sredstvo. Izvor pa je potemtakem drugje.

abstraktna, podobna Platonovim idejam⁶³. Veliko genov z enako nukleotidno sestavo naj bi imelo povsem isto informacijo, ne glede na to, kje v vesolju bi se nahajali. Morajo pa se seveda nahajati v okolju z enakim genetičnim kodom (prenosno-odčitovalnim mehanizmom). Iz tega zornega kota je genetična informacija resnično predvsem abstraktna bitnost, potencialno naseljujoča celo vesolje, realna (konkretno oprijemljiva) pa tam, kjer obstaja ustrezen materialni nosilec. Pa tudi tam je povsem realna le v trenutku, ko nekaj naredi - sicer je le potencialna. Genetična informacija kot aktivno dejstvo genov, nekakšna realna genetična sila oziroma aristotelovski učinkujoči vzrok za nastanek, zgradbo, funkcioniranje in razvoj organizmov - je torej nekaj vmesnega med Aristotelovo formo in Platonovimi paradigmi.

Dejansko pri izrekanju besede gen največkrat mislimo prav na *gen kot informacijo*. V tem smislu pojmovani gen seveda preneha biti konkretna bitnost in postane abstrakten. To je z ontološkega stališča seveda zelo vprašljivo, saj ni jasno, ali sploh še realno obstaja in ali ni le še fantom v našem razumu. To vprašanje bo torej prvo zahtevalo podrobnejšo analitično obravnavo.

Če hočemo, da je neka informacija genetična, mora imeti dve funkciji, ki skupaj tvorita njeno bistvo: mora biti sposobna *samoreprodukcije* in pa doseganja določenih *učinkov* v celičnem okolju⁶⁴. V nadaljevanju si bomo poskusili ogledati ti dve lastnosti natančneje, pod analitičnim drobnogledom. Toda najprej bomo morali razčistiti ontologijo informacijsko pojmovanega gena.

1. Ontologija gena kot informacije

Gen kot učinkujoča in relativno stabilna bitnost, v tukajšnjem modelu ne obstaja kot hitro razgradljiva materialna substanca, temveč kot veliko bolj obstojna informacija. V tem smislu je gen za zelene oči v mojem levem mezinu sicer res povsem nedejaven, toda potencialno je nosilec iste informacije kot dejavni gen v mojih očeh, ki skrbi za sintezo encimov za produkcijo ustreznih barvil. Ker so geni večinoma nedejavni, o čemer smo že govorili, je genetična informacija večinoma potencialna bitnost. V bistvu je le možnost, da se nekaj spremeni ali sintetizira. Semintja se ta možnost tudi uresniči ali uresničuje. Toda strinjamo se lahko, da genetična informacija obstaja tudi v primeru, če se nikjer ne aktualizira, na primer pri genih za recesivne lastnosti. To je le primer splošnega pojmovanja informacije: informacija, shranjena na disku ali magnetofonskem traku, je še vedno informacija, tudi če se ne procesira ali posluša.

Abstraktnost *gena kot informacije* je torej močno povezana z njegovo potencialnostjo. Pomeni, da imamo nekje le *možnost* za določeno spremembo. Ontologija potencialnih bitnosti pa ni tako preprosta reč in je belila lase že mnogim filozofom (26,27). Ni jasno, ali možnosti obstajajo zunaj našega uma ali ne. Prav tako ni jasna identiteta potencialnih bitnosti: na primer, ali je en človek v dveh različnih možnih svetovih en in isti človek ali ne (28)? Rescher tako navaja štiri filozofska stališča do ontološkega statusa potencialov: a) za nominalistično usmerjene filozofe ostajajo le v jeziku in nikjer drugje, b) za konceptualiste je kraljestvo potencialov v našem umu, c) za konceptualne realiste je to v božjem umu in d) za realiste obstajajo potenciali neodvisno od človeka (29).

63 Aristotel je do svoje filozofije o materiji in formi, kjer je forma implicitna v predmetih, prišel ravno na podlagi neusmiljene kritike Platonovega strogega idealističnega dualizma.

64 Gre za učinke v smislu strukturnih, ribonukleinskih ali regulacijskih genov, in morda za še katere.

Poglejmo, kaj se zgodi z našo genetično informacijo pri navedenih štirih stališčih Rescherja. V prvem izgine v jezik. *Gen kot informacija* se reducira zgolj na dogovoren simbol brez realne vsebine oziroma referenta. V drugem primeru obstaja gen le še kot fantom v našem umu; tudi tu nima realne substance. V okvirih znanosti tudi o Bogu ne kaže špekulirati, zato nam ostane le še četrta možnost. Naš gen po tej sicer (končno) obstaja, toda vseeno ni jasno, kot kaj - kaj je njegova realna substanca. Če hočemo rešiti gen v njegovem informacijskem smislu in se opredelimo za realizem, moramo namreč predpostaviti svet čistih potencialov, kar vsaj na videz ni daleč od Platonovega sveta čistih idej. Tu se nam lahko zopet kaj hitro primeri, da takega sveta v objektivnem smislu ne moremo ne dokazati ne ovreči, kar tako razlago hitro iztiri iz znanosti.

Toda potencialov ni treba nujno obravnavati le kot idealne oziroma nematerialne bitnosti. V njih lahko vidimo tudi povsem realno osnovo (6). V živem svetu se z njimi tako ali tako nenehno srečujemo. Pomislimo le na že omenjeni odnos med semenom in odraslo rastlino, ki se razvije iz njega, ali na odnos med živaljo (človekom) in njenim (njegovim) embrijem. Nedvomno nastopata seme in zarodek do svojih odraslih stopenj kot potenciala, in vendar sta povsem realna, ne bivata v nekem abstraktnem svetu. Nekaj podobnega se nam pokaže, če razmišljamo o odnosu med našimi evolucijskimi predniki in nami. Potencial lahko torej pojmuje kot realno, aktualno fazo nekega procesa, ki pelje (ali vsaj lahko pelje) proti neki kasnejši fazi. Tako pojmovanje potencialov je izrazito dinamično, v skladu z Whiteheadovim (30) in zahteva temeljit zasuk v našem normalnem, shematskem, razmišljanju. Po njem smo nagnjeni k temu, da najprej vidimo relativno statične strukture - gibanje pa je sekundarno, se razvije kot odnos med sicer statičnimi strukturami. Dinamično pojmovanje *gena kot informacije* pa zahteva Kopernikanski preobrat; zahteva, da pojmuje proces, gibanje, kot primarno bitnost; kot nekaj samo po sebi in na sebi; kot nekaj, kar ne potrebuje nič statičnega za svoj obstoj. Ker pa tak obrat zahteva posebno obravnavo, med drugim tudi posebno teorijo procesov ali tokov, bova poskušala dinamično pojmovanje *gena kot informacije* kar se da poenostaviti.

Gen si sedaj lahko zamislimo kot dvojno entiteto: kot relativno statično in nespremenljivo strukturo, ki pa ima okoli sebe nešteto potencialov. Ti potenciali se v fizikalnem smislu pokrivajo z nešteti hkrati obstoječimi rešitvami valovne funkcije gena⁶⁵, kot to predpostavlja kvantna mehanika. Valovna funkcija gena je seveda odvisna od njegovega trenutnega stanja, vendar tudi od bližnje in daljnje okolice, tako da je sedaj skoraj vseeno, ali kot strukturni del jemljemo le DNA ali tudi kromosomske proteine ali še kaj več - struktura potencialov se s tem ne bo spremenila, v evolutivnem smislu bo gen enak kot prej.

Kot kaj bi lahko po vsem tem razpredanju lahko pojmovali informacijo pri *genu kot informaciji*? Informacija je tista potencialna bitnost - realno obstoječa kot kvantno mehanski potencial⁶⁶ ali, kot bi rekel Bohm, kot dejavnik v implikatnem redu (19) svojega eksplicitnega nosilca - gena⁶⁷. Seveda niso vsi potenciali že informacija.

65 Valovna funkcija gena je rešitev Schroedingerjeve enačbe, ki bi jo dobili, če bi kvantno mehansko obravnavali gen. Kvadrat te funkcije bi pomenil verjetnostno porazdelitev za lokacije posameznih atomov nekega gena.

66 Koncept kvantnega potenciala je uvedel neortodoksno razmišljajoči fizik David Bohm (19, 31, 32). Ta potencial, ki bi deloval kot nekakšno informacijsko polje, naj bi bil odločilni dejavnik, odgovoren za posebnosti kvantno mehanskih pojavov. Do njega je Bohm prišel s preureditvijo valovne enačbe, ki pa se zaradi tega ni spremenila v smislu matematičnih rešitev.

67 Na tem mestu morava poudariti, da nama ne gre za neko fizikalno razlago informacije, temveč za koncept potenciala, ki ga lahko navežemo na fizikalno realnost. Bohmov koncept kvantne mehanike sva si izbrala zato, ker imajo tu sicer zelo obskurni pojavi in entitete kvantne mehanike vendarle neko substancialno

Informacija so le tisti potenciali, ki ob svojem uresničenju dosežejo neko temeljito transformacijo. Ne da bi se sedaj spuščali v zapletene analitične utemeljitve, kaj dejtajlno pomeni *temeljita transformacija*⁶⁸, lahko to vidimo v dvojem: v reprodukciji strukture gena in v produkciji neke nove snovi (na primer tRNA, rRNA ali mRNA). Nezadostno temeljita transformacija bi v tem kontekstu pomenila na primer spremembo lege gena, prožni trk z drugimi molekulami in s tem le vpliv na spremembo njihovega gibanja ipd.

2. Identiteta in konkretnost gena kot informacije

Ugotovitev, da je potencial lahko realen (in ne bivajoč le v našem umu), je zelo pomembno izhodišče za nov koncept gena, ki ne bo več podlegel slabostim klasičnega pojmovanja (minljivost, spreminjanje in abstrakcija), niti ne bo več le materialna bitnost, kot sva ga predstavila v prejšnjih poglavjih. V informacijskem smislu je gen prvenstveno potencial in šele sekundarno konkreten kos materije. Poskusimo sedaj rešiti vprašanja, kaj pomeni kontinuiteta gena in kako so povezani enaki geni med seboj.

Da je nekaj lahko gen, mora, prvič, imeti prej omenjena potenciala za samoreprodukcijo in produkcijo. Za razliko od navadne (vidne, otipljive) materije, so potenciali nelokalni, podobno kot to velja za Bohmov kvantni potencial (31, 32) oziroma nasploh za kvantno mehanske procese (20). To pomeni, da enakih potencialov različnih kosov materije ne moremo obravnavati ločeno⁶⁹. Potenciali torej načeloma zagotavljajo, da lahko enake gene (z enakimi potenciali) obravnavamo kot en sam gen, ne da bi to pomenilo abstrakcijo, kot je to primer pri klasičnem pojmovanju gena.

Razlaga gena kot entitete, ki združuje nešteto različnih konkretnih kosov materije (DNA), je sedaj prvič možna na način, ki ne bi podlegel nominalistični⁷⁰ kritiki. Alokálnost (prostorska univerzalnost) potencialov, utemeljenih na kvantni mehaniki, torej daje genetični informaciji dimenzijo realne in vesoljne univerzalnosti.

Sam gen je pri tem, kot že rečeno, dvojna bitnost, ki združuje alokalno informacijo (oziroma informacije) in povsem lokalizirane kose materije. Ta dvojna narava⁷¹ pomeni tudi, da je gen v svojem materialnem vidiku še vedno povsem posamičen, v svojem informacijskem pa splošen.

Tu ni sedaj tudi nobenega posebnega problema, če iz enega zaporedja DNA izhaja več kot le ena mRNA, še kaka druga RNA, ali pa še kaka tretja funkcija - materialni gen je tako ali tako nosilec najmanj dveh informacij (za samoreprodukcijo in za neko spremembo v celici). Nič posebnega ni, če je teh informacij več.

realnost v obliki kvantnega potenciala. Z zgolj instrumentalističnim pogledom kopenhagenske interpretacije kvantne mehanike bi informacija ostala povsem abstraktna bitnost, s povsem odprtim ontološkim statusom. Glede na njen realni in daljnosežni pomen ne le za genetiko, temveč tudi za življenje nasploh, se nama to zdi nevzdržno.

68 V vsakem primeru bi bil pojem temeljita transformacija dogovoren, saj so lahko tudi manjše fluktuacije vzrok večjim in obsežnejšim spremembam.

69 Isto predvideva Bohm za entitete implicitnega reda, ki so analogne tu obravnavanim potencialom.

70 Nominalizem je nastal v srednjeveški sholastiki kot usmeritev, ki je, v skladu z Aristotelovo filozofijo, videla posamičnosti kot primarne entitete, splošnosti pa le v imenu (nomen, -inis (lat.): ime).

71 Le-ta do neke mere odseva dvojno (valovno - korpuskularno) naravo osnovnih delcev.

3. Evolucija gena

Poleg splošnosti je bila ena od najbolj kočljivih zadev pri klasično obravnavanem genu tudi njegova spremenljivost. Z vidika togo pojmovane informacije, je lahko vsaka sprememba celo povzročila popolno diskontinuiteto. Z vidika pričujočega koncepta gena - enako, kot je to veljalo že za tri predhodno obravnavane modele evolutivnega materialnega gena - tudi evolucija ni nič detrimentalnega. V sferi potencialov gena moramo najprej ločiti potenciale, ki se lahko v danih okoliščinah izrazijo z visoko verjetnostjo, in potenciale, pri katerih je verjetnost za manifestacijo zelo zelo majhna⁷². Prvi so neposredno izrazljivi; drugi pa zahtevajo neko spremembo razmer - zato bomo rekli, da so le posredno izrazljivi. Lahko si jih zamislimo kot bolj oddaljene od ravni eksplicitnega reda, kot pa to velja za prve - ki jih identificiramo kot genetično informacijo. Toda vendarle se tudi bolj oddaljeni potenciali nahajajo v "oblaku" potencialov gena. Med njimi in potenciali za eksaktno samoreprodukcijo gena torej ni načelne razlike, razlika je le v izrazljivosti; vsi pa so v celoti potencialov med seboj povezani. Realizacija takega bolj oddaljenega potenciala pomeni v normalnem jeziku genetike mutacijo ali rekombinacijo. Zaradi povezanosti na ravni potencialov lahko obravnavamo staro in mutirano obliko gena na zvezen način, podobno kot smo to storili že pri konceptu časovno-molekularnega, pa tudi organizmskega in vesoljnega gena. Posamezne mutirane oblike enega gena predstavljajo kontinuum; res pa je, da lahko dovolj razlikujoče se oblike na tem kontinuumu med seboj ločimo - pač po nekem dogovornem kriteriju -, tako da potem za nas ne pripadajo več istemu genu.

Geni kot informacije se nam kažejo kot trdno materialno zasidrane lokalizirane bitnosti in hkrati kot univerzalne, prostorsko in časovno razpotegnjene bitnosti. Z ustreznimi kriteriji tudi tu lahko dosežemo, da ne pride do prevelike univerzalnosti, na primer obravnavanja vseh različnih genov kot enega - kar bi izhajalo iz predpostavke, da so se vsi današnji geni razvili iz enega ob nastanku življenja, ali pa da so že vsi med seboj rekombinirani. Gen tako postane evolucijska entiteta s svojo preteklostjo, različnimi konkretnimi formami obstoja (na primer aleli) in s potencialom nadaljnega razvoja, obstoječim na informacijski ravni. To pa je hkrati pogled, ki ga o genih tudi sicer gojimo; tako jih v splošnem obravnavamo. Model gena kot informacije se torej ob razrešitvi konceptualnih problemov klasično obravnavanega gena pokaže kot uporaben koncept, ki povsem ustreza naši že uveljavljeni rabi pojma gen in predstavam o njem.

Reference

1. Štern A, I. Jerman. Problematičnost pojma gen. Časopis za kritiko znanosti 1994 (pred objavo).
2. Dawkins R. The selfish gene. Oxford New York: Oxford university press, 1990.
3. Kaye HL. The social meaning of modern biology - from social Darwinism to sociobiology. New Haven and London: Yale university press, 1986.
4. Štern A. Okopi altruizma. Razgledi 1993; 3: 27-30
5. Štern A. Nova naravoslovna vera. Časopis za kritiko znanosti 1994 (pred objavo).
6. Jerman I. Nekateri filozofsko metodološki problemi organicistične biologije. Anthropos 1987; 1-2: 361-7.
7. Ho MW. On not holding nature still: evolution by process, not by consequence. V: Evolutionary processes and metaphors. Chichester: John Wiley & Sons, 1988; 117-44.

72 V okviru pričujočega prispevka nimava namena ne prostora, da bi natančneje opredeljevala to verjetnost. To bi bilo za osnovno razumevanje novega koncepta gena tudi povsem nepotrebno.

8. Eigen M, P. Schuster. *The Hypercycle*. Berlin: Springer Verlag, 1979.
9. Jerman I, A. Štern. Od replikatorja k toku - vpljiva temeljno nove biološke bitnosti. *Anthropos* 1993; 5-6: 128-45.
10. Sermonti G. Four-square house. *Rivista di biologia* 1985; 78 (4): 491-2.
11. King RC, WD. Stansfield. *A dictionary of genetics*, New York Oxford: Oxford University Press, 1985.
12. Alberts B, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, JD. Watson. *Molecular biology of the cell*. New York & London: Garland publishing Inc, 1989.
13. Cherfas J. Bacteria take the chance out of evolution. *New Scientist* 1988; (22 Sept): 34-5.
14. Foster PL, J. Cairns. Mechanisms of directed mutation. *Genetics* 1992; 131: 783-9.
15. Popper KR. *The logic of scientific discovery*. London: Hutchinson, 1959.
16. Hamilton WD. The genetical evolution of social behavior (I and II). *Journal of Theoretical Biology* 1964; 7: 1-16; 17-52.
17. Jung CG. *Sinhronicitet: načelo neuzročnog povezivanja*. V: Tumačenje prirode i psihe. Zagreb: Globus, Prosvjeta, 1990.
18. Insinna EM. Synchronicity and coherent excitations in microtubules. *Nanobiology* 1992; 1: 191-208.
19. Bohm D. *Wholeness and the implicate order*. London, Boston and Henley: Routledge & Kegan Paul, 1982.
20. Stapp HP. Quantum nonlocality. *Foundations of Physics* 1988; 18 (4): 427-48.
21. Cohran AA. Living organisms and quantum-mechanical wave properties of matter. *J. Biol Phys* 1991; 18: 11-7.
22. Vitiello G. Coherence and electromagnetic fields in living matter. *Nanobiology* 1992; 1 (2): 221-8.
23. Goodwin BC. *Developing organisms as self-organizing fields. Mathematical essays on growth and the emergence of form*. University of Alberta Press, 1985; 185-200.
24. Monod J. *Chance and necessity: an essay on the natural philosophy of modern biology*. New York: Alfred A. Knopf, 1971.
25. Lovelock JE. *Gaia: a new look at life on earth*. Oxford: Oxford university press, 1979.
26. Quine VW. *From a logical point of view*. New York: Harper and Row 1963; 2-5.
27. Lycan W. *The trouble with possible worlds. The possible and the actual*. Ithaca, London: Cornell University Press, 1979; 274-316.
28. Chisholm RM. *The ontology of the possible. The possible and the actual*. Ithaca, London: Cornell University Press, 1979; 80-7.
29. Rescher N. *The possible and the actual*. Ithaca, London: Cornell University Press, 1979; 166-81.
30. Leclerc J. *Whitehead's metaphysics*. London: George Allen & Unwin Ltd, 1958; 96.
31. Bohm DJ, BJ. Hiley. On the intuitive understanding of nonlocality as implied by quantum theory. *Foundations of Physics* 1975; 5 (1): 93-109.
32. Bohm DJ, BJ. Hiley. Measurement understood through the quantum potential approach. *Foundations of Physics* 1984; 14 (3): 255-74.