

Učinkovitost različnih konceptov gena pri utemeljevanju altruizma

Artur Štern

V nekaterih dosedanjih obravnavah, ki so se nanašale bodisi na koncepte gena (Štern in Jerman 1994, Štern 1995a), ali pa na fenomen altruizma (Štern 1993), je šlo za razmeroma ločeni področji obravnave, čeprav ni težnja po razlagi altruizma z genetične ravni prav nič nevsakdanjega (Hamilton 1964, Wilson 1975, Štern in Jerman 1993, Štern 1994). Ker pa so se ti poskusi doslej omejevali večinoma le na koncept sebičnega gena (Dawkins 1976), bomo v pričujočem delu obe navedeni področji povezali med seboj v širšem smislu in ugotavljali, koliko lahko posamezni različni koncepti gena pojasnjujejo fenomen altruizma.

Utemeljitelj sociobiologije Edward O. Wilson je poudarjal, da je altruizem temeljni problem imenovane nove vede (Wilson 1975). Z drugimi besedami: vse dokler ga v njenem okviru ne bo mogoče razložiti, bo ostala njena pojasnjevalna moč vprašljiva. Pri tem razmišljanju je šlo za tisti tip altruizma, ki ga nekateri imenujejo avtentični altruizem (Musek 1987), ali pa mu rečemo tudi čisti altruizem – dasiravno je, upošteva različne kriterije, še dandanes vprašljivo, ali kaj takega sploh obstaja¹. Zato pa, na drugi strani, nedvomno obstaja fenomen z imenom biološki altruizem² (glej npr. Štern in Jerman 1993). In prav tako, kot naj bi bil čisti altruizem preizkusni kamen za sociobiološke teorije, lahko vzamemo biološki altruizem za preverjanje smiselnosti in trdnosti obstoječih, kot tudi novih bioloških konceptov.

¹Številni avtorji, ki se ukvarjajo s fenomenom altruizma, prisegajo na obrazca *recipročnega* in *sorodstvenega* altruizma do te mere, da ne priznavajo ničesar, kar bi segalo še onkraj njiju (Trivers 1971). V tem je moč opaziti hobbesovsko dediščino, ki pa v tej obliki izzvanja že zelo prepričljivo – morda celo neovrgljivo (kar pa ji v znanstvenem smislu seveda ni v prid). Na drugi strani pa lahko preprosto zanikamo nujnost, da bi bila človekova narava, če že ne tudi narava katerih drugih živih bitij, navaden računovodja, ki se vselej obrača glede na najugodnejšo perspektivo zase. Potemtakem bi bilo lahko v naravi živih bitij veliko prostega teka, svobode, igre – in vse to kot čisti presežek bivanja, ki nima nikakršne zveze s preživetveno oziroma reprodukcijsko sposobnostjo.

²Med klasičnim in biološkim konceptom altruizma je glavna razlika ta, da pri prvem igra pomembno vlogo namen izvajalca, pri drugem konceptu pa je ta namen povsem irelevanten in šteje samo izid.

1. Sebični gen in altruizem

Pri konceptu sebičnega gena je bil v tem smislu izpostavljen problem fizične nekohezivnosti med posameznimi replikami istega gena, ki se nahajajo v različnih celicah, predvsem pa v različnih organizmih; oziroma popolna materialna diskontinuiteta med posameznimi fizičnimi enotami nekega replikatorja (Jerman in Štern 1993, Štern 1995a). Problem temelji zlasti na dejstvu, da se je omenjana teorija deklarirala kot nezainteresirana za pojasnjevanje procesnih potekov, s čimer si je pač obetala malo truda in bližnjico k razlagalnosti – izkazalo pa se je, da to ni mogoče. S tautologijo pač ni mogoče pojasnjevati ničesar. Njena trditev, da je jedro in gibalo vsega dogajanja DNA, pa ni bila več niti tautološka niti neovrgljiva – vendar pa, spričo številnih protiargumentov, precej neutemeljena (Štern 1995b). In če zdaj postavimo vso stvar še na eksplicitno podlago altruizma, ugotovimo naslednje. Samo dejstvo, da je obstoj biološkega altruizma možen, oziroma da je ta celo eksperimentalno potrjen fenomen, sicer v nekem smislu oddaljuje ostrino vprašanja, ki se nanaša na koherentnost materialnih replik enega gena. Nudi zasilen odgovor: ena replika je altruistična do druge. V dawkinsovskem slogu reševanja odprtih vprašanj bi bila zadeva s tem že kar rešena, kajti odgovor na vprašanje, zakaj in kako neki se to dogaja, bi se glasil: ni važno; važno je le to, da geni z replikami drugačnih lastnosti, ki torej niso sposobne izvajati tovrstne aktivnosti, v evoluciji pač niso preživeli. Seveda pa tovrstni slog znanstvenega raziskovanja ne pripelje daleč. Altruizem med posameznimi replikami istega gena znotraj organizma ali – še toliko bolj – med ločenimi organizmskimi celotami, ostaja v okviru te teorije, gledano procesno, docela nepojasnen fenomen. Kljub temu, da se v okviru obravnavane teorije celo zelo veliko govori o altruizmu (Dawkins 1976), pa takšno soočenje teorije in fenomena, kot je bilo izvedeno v tukajšnjem preizkusu, vendarle odkrije čisto praznino v njeni razlagalnosti prav omenjenega pojava.

2. Klasični gen in altruizem

2.1. Klasični molekularni gen in altruizem

Koncept klasičnega molekularnega gena, če ta gen vzamemo v najbolj skrčenem pomenu, kot eno samo gensko repliko, nam po takšni svoji definiranosti seveda ne more povedati prav ničesar o altruizmu in se na ravni tega fenomena pokaže kot nepojasnjevalen. Pri tem pa ne kaže govoriti o šibkosti koncepta; gre pač za dejstvo, ki izvira iz obstajanja različnih hierarhičnih ravni med znanstvenimi sferami, od katerih so ene pač primerne samo za razlago bazalnih procesov in stanj, druge pa se lotevajo pojavov na čedalje kompleksnejših ravneh – kot to opisujeta naprimer Comte (1854) ali Polanyi (1976).

Če pa omenjeni gen vzamemo v širšem smislu, kakršnega zasledimo v vsakdanjem pogovornem jeziku biokemikov – torej kot vse molekule z enakim zaporedjem nukleotidov –, se nahajamo že povsem blizu drugega področja, ki ga označujemo kot klasično obče pojmovanje gena; le da imamo pri prvem tudi eksaktne podatke o njegovi zgradbi, na osnovi katerih postane kriterij za obravnavo sekvenc pod okriljem istega gena pač precej bolj rigorozen, kot pa to velja pri klasičnem občem genu.

2.2. Klasični obči gen in altruizem

V zvezi s klasičnim genom, vzetem v občem smislu, veljajo nekateri ugovori, ki so podobni tistim pri sebičnem genu. Tudi tu gre namreč za univerzalno, rigidno in – spričo njenega kompozitivnega značaja, sestavljenosti iz številnih replik – celo metafizično entiteto.

Dodaten primanjkljaj se v tukajšnjem primeru pojavi še z dejstvom, da v okviru tega klasičnega pojmovanja nikakor ni dovoljeno govoriti o genu za altruizem³, medtem ko je pri sebičnem genu ta možnost obstajala kot povsem enakovredna vsaki drugi – kajti prav vsi sebični geni so tako ali tako samo teoretično obravnavane, arbitrarne entitete.

Tretja težava občega klasičnega pojmovanja gena ob soočenju z dejstvom biološkega altruizma se kaže v zvezi z altruizmom tiste vrste, ki temelji na sorodstvenih odnosih. Na tem mestu se moramo vprašati, kaj je v resnici koeficient sorodstva; oziroma si zastaviti še globlje pomensko vprašanje: kaj je sploh sama sorodnost, na osnovi katere nato govorimo o sorodstvenem altruizmu? ⁴ Za dve nukleotidni sekvenci bi v okviru klasične teorije sorodstva, ki temelji na soizvornosti, rekli, da sta si sorodni, kadar je ena od njiju bodisi nastala kot matrični odtis druge, prav tako pa tudi v vseh primerih, ko sta se obe prepisali iz neke tretje; in naposled – lahko je med njima tudi več stopenj razkoraka, da le imata nekega skupnega prednika, ki ni oddaljen več kot nekaj generacij (Wright 1921, Dawkins 1976: 88-108, Pavšič 1980, Futuyma 1986).

³ Ker ga v praksi ni doslej še nihče dokazal, se klasična znanost pač upira sprejetju dejstva o obstoju gena za altruizem – dasiravno ponuja na drugi strani teorija sebičnega gena povsem neizpodbitne teoretične dokaze za njegov obstoj – seveda pač v okviru svoje tavitološko obtežene terminologije. Sodobne filozofsko biološke razprave pa se čedalje bolj nagibajo k holistični interpretaciji altruizma, ki je v tem smislu obravnavan kot del širokega vedenjskega repertoarja – in v njih ni več prostora za redukcije omenjenega tipa.

⁴ Isti problem se nanaša tudi že na sebični gen, vendar pa je koeficient sorodstva tako običajen in stereotipen koncept, da ga po smislu rajši prištevamo kar pod okrilje klasičnih konceptov gena – četudi je treba priznati, da se koeficient sorodstva še danes, v času mogočnih diagnostičnih poseganj do ravni same DNA, v končni fazi vselej nanaša na čisto teorijo. Za njegovo izračunavanje nam še dandanes ne morejo zadosti dobro služiti biokemične ugotovitve o sorodnosti, marveč igrajo tu še vedno veliko vlogo klasični rodovniki, in ti nimajo s fizično substanco genov pač nikakršne neposredne zveze.

V vseh primerih gre za očitno analogijo s sorodstvom pri organizmih – v prvem gre za starševstvo in hčerinstvo replik, v drugem za njihovo sestrstvo, v tretjem primeru pa za oblike oddaljenezjih sorodstvenih zvez med njima⁵. Ključni moment je zdaj v okviru vprašanja, kaj je tisto, kar dela te elemente sorodne. Najočitnejši kandidat za izpolnitev te praznine je seveda materija sama, in sicer v strukturirani obliki, ki je sposobna samopodvojevanja in kakršno tudi dejansko lahko vsak hip zaznavamo z našimi čutili ter miselnim priborom. Toda materija se z lastno podvojitvijo prav nič bolj ne samo-aktualizira, kot če bi ostala povsem inertna in sama sebi zadostna. Kakor hitro se torej neka sekvenca nukleotidov podvoji, v materialnem smislu ne ostane med njo in njeno hčerinsko repliko niti najmanj tehtnega razloga za funkcijsko utemeljeno govorjenje o njuni sorodnosti. Edini podatek, ki ju loči od katerihkoli dveh prav tako enakih, a nesorodnih replik, je pač tisti, ki ga imamo eventualno na voljo in ki govori o njunem potrjenem skupnem izvoru. Spričo dejstva, da materija kot taka pač ne vsebuje nekih skrivnostnih sil⁶, lahko ugotovimo, da potemtakem ne more biti nobene funkcionalne razlike med dvema enakima sekvencama, od katerih je ena denimo hči neke opazovane sekvence, druga pa recimo nima z njo niti približno skupnega izvora. Ker so vse tri povsem enake, tudi njihova funkcija ne more biti v genetičnem smislu niti malo različna (lahko pa seveda funkcionirajo povsem raznovrstno, toda šele pod vplivom delovanja različnih konstelacijskih dejavnikov nanje). S tem je zanikan argument o sorodnosti dveh soizvornih sekvenc, ki bi pomenila karkoli več od samega dejstva, da izvirata iz skupnega prednika. Sorodnost pa – in z njo vred na njej temelječi altruizem –, ki ne pomeni nič več kot le tako načelno konstatacijo, bi bila potemtakem seveda povsem papirnatega značaja – lahko pa bi tudi rekli, da sploh ne obstaja. Ker pa, kot že rečeno, v dejanskem svetu vendarle ugotavljamo sorodnost – in to, če nič drugače, prav skozi dejstvo obstajanja biološkega sorodstvenega altruizma – je namesto predlagane materije kot neuspešnega kandidata za tovrstno podstat potrebno iskati naprej. Ker

⁵ Vse skupaj je pravzaprav celo več kot analogija, saj so sekvence iz omenjenega primera tudi sestavni deli makroorganizmov, ki se nahajajo v sorodstvenih relacijah.

⁶ Trditev se utegne na prvi pogled zdeti neutemeljena, češ da ne gre za dejstvo, temveč le za predpostavko. Poleg tega se zdi, da govorijo eksperimenti in teorije koherentnih oscilacij ter kvantnomehanske biologije (Štern in Jerman 1993, Štern 1995c) – prav nasprotno. Resnica pa je ta, da v tistem trenutku, ko jih znanost prikaže na svoji platformi, te sile po definiciji prenehajo biti skrivnostne. Na prvo opazko – ki implicira trditev, da je v materiji vendarle še kaj skrivnostnih sil, dokler jih znanost pač ne pojasni in s tem substancializira (v nasprotnem primeru, če tega ne bi bila sposobna, bi znanost celo izgubila vsak nadaljnji pomen) – pa odgovarjamo: v gornji trditvi je materija vzeta kot taka, se pravi kot statična prostorninska substanca, in s tem je iz nje že na definicijski ravni izvzeta vsaka druga lastnost, ki bi se utegnili nahajati v istem korpusu. Eventualne neznane sile po tem gledanju ne pripadajo sami materiji, temveč se jim po morebitnem dokazu njihovega obstajanja pač nadene ustrezno lastno ime.

materija, tako kot je običajno pojmovana, torej ne predstavlja tiste vsebine, katera bi lahko zapolnjevala vrzel znotraj smisla, ki zadeva sorodnost med ločenimi bitji – čeprav se je dolgo časa zdelo, da bi bila le ona lahko pravi odgovor –, se namesto nje kot kandidati za naziv temeljne biološke bitnosti nato vzpostavljajo entitete z drugačnimi lastnostmi.

3. Časovno-molekularni gen in altruizem

Glede zveze z altruizmom velja za časovno-molekularni gen⁷ (Štern in Jerman 1994) podobna ugotovitev kot za običajni molekularni gen, saj kljub svoji štiridimenzionalnosti ne preneha biti ena sama molekula. Glede na to pa je njegova raven pač prenizke kompleksnosti za udeležnost v razpravi o altruizmu. Pri njem lahko le ponovimo že znano problematiko v zvezi z replikacijo in znova ugotavljamo, da tudi tu ni niti najmanjšega materialnega vzroka za kakršnokoli podvajanje substance – četudi bi temu podvajanju porekli čisti altruizem na ravni molekule, bi ta izjava ne prinašala nikakršnega pojasnila in bi ostajala v okrilju metafizike.

V primerjavi s statičnim molekularnim genom pa se njegova tukajšnja evolutivna oblika vendarle nekoliko odmika od rigidne samozadostnosti. Obravnavamo ga namreč skupaj z njegovo preteklostjo in prihodnostjo, neglede na njegove eventualne mutacije, kar tovrstnemu genu zagotavlja kontinuiteto, ne pa vsakokratne ukinitve že ob prvi notranji spremembi. Čeprav zaradi tega pogleda nanj sam tukajšnji gen ni prav nič bolj aktivna enota, ki bi se udejevala pri skrbi za prihodnost svojih prihodnjih oblik, pa mu sam ta koncept večje trajnosti in dovoljene spremenljivosti pripisuje vsaj nekakšno daljnoročnejšo, se pravi tudi bolj realno – metaforično rekoč, tudi bolj razsvetljeno – skrb zase; ta pa že predstavlja nekakšno predhodno obliko altruizma.

4. Organizmski gen in altruizem

Zahteva v zvezi s fenomenom altruizma, ki bi jo moral izpolnjevati koncept organizmskega gena⁸ (Štern in Jerman 1994), je predvsem pojasnjevanje altruizma somatskih molekularnih genov do tistih iz klične linije. Resda v zvezi s tovrstnim altruizmom obstaja tudi alternativna teza, namreč o manipulatorstvu kličnih replikatorjev, a ta je dokaj malo verjetna⁹ (Jerman in

⁷ Od običajnega molekularnega gena se ta razlikuje po svoji konceptualni odpornosti na mutacije: tudi ob spremembi v zaporedju njegovih nukleotidov tu obravnavani gen ne preneha obstajati.

⁸ Koncept organizmskega gena zajema vse homologno ležeče časovno-molekularne gene v celicah nekega organizma.

⁹ Temu botruje dejstvo, da je bil celo konkretni replikator – se pravi tisti mali del prednikove dednostne materije, ki dejansko prehaja v organizem potomca – naposled spoznan za abstraktno

Štern 1993). In tudi če bi jo hoteli kljub temu upoštevati še naprej, bi bilo pričujoče razpravljanje esencialno nespremenjeno – in sicer zahvaljujoč naslednjemu miselnemu obratu, ki izhaja iz biološkega definiranja altruizma. Naj gre za manipulacijo od zunaj ali za notranje sprožen altruizem – učinek je enak. Četudi na ravni organizmov odklanjamo možnost manipuliranega altruizma – gre namreč za *contradictio in adiecto* –, pa nam samih molekul – navzlic svojevrstnim personifikacijskim protiargumentom (Heschl 1990) – ne kaže jemati tako resno v smislu njihovih kognicijskih kapacitet, ki bi bile že do te mere antropomorfne, da bi tudi njihov altruizem že prestopil iz biologije v etiko – s čimer bi se ustvarila razlika med njim in manipuliranostjo.

Tudi na to vprašanje o altruizmu some do klične linije nam gola materialnost organizmskega gena, pa če je še tako razmnožena po vseh štirih dimenzijah na dani lokaciji v prostoru-času, ne more odgovoriti. Zato pa je veliko bolj obetavna kombinacija materialnosti in koherentnih oscilacij (Štern in Jerman 1993, Štern 1995c). Princip polja koherentnih elektromagnetnih oscilacij – kajpak gre v praksi za zapleteno molekularno-oscilatorno mrežo iz milijonskih števil udeleženih entitet – si je mogoče zamišljati tudi tu, čeprav nam ta ne pojasnjuje, zakaj je sploh prišlo do molekularne razmnožitve, ki je bila potrebna, da so se elementarne molekularne enote organizmskega gena in tega komunikacijskega sistema sploh vzpostavile. Možen odgovor v okviru klasične biologije bi bil ta, da se je to pač zgodilo in da se lahko tudi ne bi; a ker se je, je imelo selekcijsko prednost in se je ohranilo ter se po enakem principu evoluiralo še naprej. Obstajajo pa tudi drugi koncepti, ki se temu vprašanju ne izognejo po pravkar navedenem postopku, temveč poskušajo nanj odgovoriti¹⁰. Poleg tega, da so po nekaterih teh konceptih izmed vseh teoretičnih form možne le določene, gre pri njihovem udejanjanju za njihov lasten aktivni proces (Goodwin 1985, Ho 1988). Inertna materija je pri tem kajpada docela nesposobna razvijati karkoli temu podobnega – in kar nam naposled ostane, je le še vprašanje, ki zadeva prvobitnost: ali so oscilacije le komunikacijsko sredstvo in je materija primarna, ali pa je materija samo njihov nosilec in s tem sekundarna bitnost?

bitnost, in tako je postala njegova možna manipulatorska vloga nadvse vprašljiva (Jerman in Štern 1993).

¹⁰ Ob dejstvu, da so ti koncepti po svoji najosnovnejši usmeritvi holistični, ni presenetljivo, da so se tudi njihovi avtorji, raziskovalci s sicer sila raznovrstnimi izhodišči, zadnje čase pričeli konceptualno združevati (Ho 1988, 1993, Fröhlich 1988, Cochran 1991, Vitiello 1992). Predvsem se je njihova pozornost usmerila k fenomenu koherence, ki jo vse bolj prepričljivo navezujejo tudi na kvantno raven razlage (glej Štern 1995c).

5. Vesoljni gen in altruizem

Glede na predhodno nam mora biti tu že takoj jasno, da tudi model, ki bi obravnaval vesoljni gen¹¹ (Štern in Jerman 1994) zgolj v njegovi materialnosti, ne bi mogel pojasnjevati ničesar pomembnega; po njegovi navezavi na področje koherentnih elektromagnetnih oscilacij pa lahko eventualno pričakujemo nekaj novih miselnih izhodišč, ki se nanašajo na vprašanje altruizma kot tistega pravega¹², medorganizmskega fenomena. Po stari fizikalni interpretaciji bi veljalo, da učinek teh oscilacij, katere ex hypothesi delujejo tudi na razdaljo, ki ločuje organizme, še vedno podlega zakonom klasične fizike in tako pada s kvadratom razdalje. To bi pomenilo, da je altruizem omejen s prostorsko-časovnimi parametri. Navedeno se sklada tudi z vsakdanjo človeško logiko: vsekakor je altruizem v nekem obratnem sorazmerju s fizično distanco med dvema bitjema. Če bitji ne prideta nikoli na dovolj majhno razdaljo, ki bi omogočila njuno medsebojno zaznavanje, in če poleg tega ni med njima tudi nobenega drugega posrednika, se med njima na tej konceptualni ravni pač ne more pripetiti nobena oblika altruizma.

Že sorodstvo med bitji je fenomen, ki se vsaj v določeni meri veže tudi na omenjeni princip: organizmi, ki so si med seboj v sorodu, se spričo omejenosti njihove razpršitve vselej nahajajo na območju, kjer je verjetnost njihovega medsebojnega srečevanja še vedno večja od tiste, ki vlada, denimo, za povprečna predstavnika iste species, vzeta v planetarnem smislu. Tako je princip sorodstvene selekcije do neke mere vzpostavljen že brez kakršnegakoli drugega mehanizma, ki bi vključeval medsebojno prepoznavanje sorodnikov.

Model vesoljnega gena se lahko navezuje na altruizem med organizmi tudi po drugi poti, ki ne poteka več skozi območje klasične fizike, temveč skozi kvantnomehansko sfero (Kortmulder in Spray 1990). Med dvema predstavnikoma neke sorodstveno povezane skupine, nosilcema identičnih replik nekega materialnega gena, lahko v tem smislu obstaja tudi oscilacijska koherentna povezava na kvantnomehanski ravni, katere jakost sploh ne pada več z naraščanjem razdalje. Pri tem pa jemljemo gen že v smislu, ki izhaja iz koncepta Bohmovega kvantnega potenciala, saj ta edini od doslej fizikalno razvitih konceptov razlaga povezanost na daljavo, ki ne pada z razdaljo (Bohm 1982). Za razliko od prej obravnavane klasične sfere tu vidimo možnost tudi za

¹¹ V vesoljni gen so združene vse homologne replike nekega časovno-molekularnega gena, ki se nahajajo kjerkoli znotraj univerzuma; v praktičnem smislu gre pri tem seveda predvsem za območje biosfere na našem planetu.

¹² Še vedno je sem vključen biološki altruizem – še več, spričo dejstva, da o obstajanju čistega etičnega altruizma še nismo izrekli dokončne sodbe, ta biološka oblika – vsaj zaenkrat – nastopa celo v veliki večini primerov iz imenovanega okvira.

odgovor na vprašanje o tisti altruistični motivaciji¹³, ki deluje povsem alokalno – kamor lahko štejejo naprimer materino žalovanje za umrlim mladičem.

6. Kvantni gen in altruizem

S tem se nahajamo že pri konceptu kvantnega gena (Štern 1995c). Tega – četudi tedaj še ne pod pričujočim imenom – smo v povezavi z altruizmom že izdatno obdelali (Štern in Jerman 1993), tako da ga na tem mestu le predstavljamo.

Kot kaže, se vsi doslej opisani stari in novi koncepti – sebični, klasični molekularni in klasični obči, časovno-molekularni, organizmski in vesoljni gen – lahko učinkovito stekajo v ta enoviti koncept kvantnega gena, katerega najpomembnejša značilnost je ta, da zajema gen v njegovi konkretnosti in obenem abstraktnosti (Štern 1995c). Tako kot nam najskrajnejši holizem ne more odgovoriti na nobeno konkretno vprašanje in se moramo zato v vsakdanjem znanstvenem delu pogosto zatekati k redukcionizmu, enako velja, da nam koncept kvantnega gena v sami svoji občosti ne more ponazarjati nobenega življenjskega procesa – marveč je smisel ravno v nenehnem preskakovanju naše dioptrije z ene ravni kompleksnosti na drugo. Tako si lahko v prihodnje najbrž ravno v teh okvirih obetamo konkretnije odgovore tudi na vprašanja o biologiji altruizma.

Reference

- Bohm D., *Wholeness and the implicate order*, London, Boston and Henley: Routledge & Kegan Paul, 1982.
- Cochran AA., Living organisms and quantum-mechanical wave properties of matter, *Journal of Biological Physics*, 1991; 18: 11-7.
- Comte A., *Système de la politique positive*, Paris: L Mathias, 1854.
- Dawkins R., *The selfish gene*, Oxford New York: Oxford University Press, 1976.
- Fröhlich H., *Theoretical physics and biology. Biological coherence and response to external stimuli*, Berlin: Springer Verlag, 1988.
- Futuyma DJ., *Evolutionary biology*, Sunderland: Sinauer Associates, 1986: 120-1.
- Goodwin BC., *Developing organisms as self-organizing fields. Mathematical essays on growth and the emergence of form*, University of Alberta Press, 1985: 185-200.

¹³ Na tem mestu vidimo jasen primer prepletanja psihične in biološke sfere znotraj razprave o altruizmu, kar govori o kompleksnosti obravnavanega področja in o njegovi ireducibilnosti na eno samo perspektivo.

- Hamilton WD., The genetical evolution of social behavior (I and II), *Journal of Theoretical Biology*, 1964; 7: 1-16; 17-52.
- Heschl A. $L = C A$ simple equation with astonishing consequences, *Journal of Theoretical Biology*, 1990; 145: 13-40.
- Ho MW., On not holding nature still: evolution by process, not by consequence. V: Ho MW, SW Fox (ur.). *Evolutionary processes and metaphors*, Chichester: John Wiley & Sons, 1988: 117-44.
- Ho MW., *The rainbow and the worm*, Singapore: World Scientific, 1993.
- Jerman I, A Štern, Od replikatorja k toku – vpeljava novega biološkega pojma, *Anthropos*, 1993; 5-6: 128-45.
- Kortmulder K, Spray TE, The connectedness of all that is alive and the grounds of congenership, *Rivista di Biologia*, 1990; 83 (1): 107-27.
- Musek J., Novejše koncepcije in raziskovanja altruizma. I.del: biološki, psihosocialni in osebnostni vidiki altruizma, *Anthropos*, 1987; 3-4: 149-167.
- Pavšič M., *Temelji genetike*, Ljubljana: BF, VTOZD za Veterinarstvo 1980; 483-502.
- Polanyi M., *Life's irreducible structure. Topics in philosophy of biology*, Dordrecht: Riedel, 1976: 128-141.
- Štern A., Pomen altruizma, 2000, 1993; 71-72: 120-8.
- Štern A., Okopi sebičnosti, *Apokalipsa*, 1994; 1-2: 109-37.
- Štern A., Konceptualni problemi sodobne genetike, *Veterinarske novice*, 1995(a); 5: 124-9.
- Štern A., Devalviranost DNA kot središčnega gibalca življenjskih procesov, *Anthropos*, 1995(b); 1-2: 98-108.
- Štern A., Kvantni gen, *Anthropos*, 1995(c): 3-4.
- Štern A. I Jerman, Altruizem v luči paradigme sebičnega gena in kvantno mehanske biologije, *Anthropos*, 1993; 3-4: 253-66.
- Štern A, I Jerman, Novi pojmovni modeli gena, *Anthropos*, 1994; 4-6: 188-213.
- Trivers RL, The evolution of reciprocal altruism, *Quarterly Review of Biology*, 1971; 46: 35-57.
- Vitiello G., Coherence and electromagnetic fields in living matter, *Nanobiology*, 1992; 1 (2): 221-8.
- Wilson EO., *Sociobiology: the new synthesis*, Cambridge: Harvard University Press, 1975.
- Wright S., Systems of mating, *Genetics*, 1921; 6: 111-78.