

Razvoj bioloških paradigem

IGOR JERMAN

POVZETEK

Z izjemo tega stoletja sta v zgodovini biologije biološko misel obvladovali dve osnovni paradigmi. Prva, vitalistična, korenini v Aristotelovem delu in prepoznava v življenju določeno esenco, "navdahnjeno" z namenom oziroma ciljem. Druga, mehanicistična, korenini v Demokritovi misli in trdi, da življenje vodijo deterministični zakoni, značilni za vso naravo; ni nobenih teoloških vzrokov. Medtem ko se v prvi zasnovi organizmi ne morejo reducirati na svoje dele, je to osnovna postavka druge paradigme. Skozi vso zgodovino raziskovanja življenja je prevladovala bodisi ena bodisi druga paradigma, medtem ko je bila druga v opoziciji. V dvajsetem stoletju je bil zaradi epokalnih odkritij na področju molekularne biologije vitalizem zavržen, medtem ko je mehanicizem doživel svojo močno uveljavitev. Toda namesto vitalizma je vzniknil moderni organicizem, ki ne zagovarja niti višjih sil niti redukcionizma.

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL PARADIGMS

In the history of biology, with the except for this century, we had two basic paradigms concerning life. The first, vitalistic, has its roots in Aristotle and sees in life a certain essence imbued with a purpose or goal. The second, mechanistic, has its roots in Democritus and argues that life is governed by deterministic laws characteristic for all nature: there are no teleological causes. While in the first concept organisms are not reducible to their parts, they definitely are in the second. Throughout the history of scientific investigation of life either first or the second paradigm was in force while the other was in opposition. In this century, owing to the great and fundamental discoveries of molecular biology, vitalism was refuted, while mechanism triumphed. In place of vitalism however, there emerged modern organicism which neither advocates higher powers nor reductionism.

UVOD

Življenje je še vedno preveč kompleksen, neulovljiv pojav, da bi ga lahko zadovoljivo definirali, oziroma da bi lahko z gotovostjo rekli, da že imamo njegovo splošno sprejemljivo definicijo. To dejstvo ostaja kljub velikim prodorom, ki so po letu 1953 (odkritje strukture DNA) označili biologijo in utemeljili ero molekularne biologije. Toda o moderni biologiji kasneje - zaenkrat je pomembno to, da še niti danes ne moremo imeti enotne definicije Življenja, kaj šele enotne teoretske biologije.

Prav tu se kaže velika razlika med fiziko in kemijo na eni strani ter biologijo na drugi. Prvi dve obravnavata zelo preproste, tako rekoč homogene sisteme, druga pa po svojem bistvu visoko heterogene sisteme. V prvem primeru si lahko privoščimo jasno oblikovanje vzročno posledičnih zakonov in zakonov funkcijske odvisnosti, v drugem le statistične zakone. V prvem primeru je veliko lažje izvajati abstrakcijo (odmišljanje nebitvenega od bistvenega) in dobljena spoznanja na široko posploševati. To pa je pot ustvarjanja definicij in teorij. V biologiji je situacija veliko težja, recepti iz naravoslovnih znanosti z mnogo preprostejšim področjem proučevanja se marsikdaj ne obnesejo. Kljub temu pa se v sodobni biologiji dogaja ravno to. V svoji metodologiji se rada na veliko zgleduje po svojih dveh starejših naravoslovnih "sestrah", fiziki in kemiji, ne zavedaje se svoje temeljne različnosti od njiju. Z metodologijo, razvito na proučevanju homogenih sistemov, spoznava le površino in nekatere plasti življenja. Veliko bogastva in globine tega kompleksnega fenomena pa ji ostanejo zaklenjeno.

OBLIKOVANJE DVEH OSNOVNIH STRUJ - PARADIGEM¹ RAZLAGE ŽIVLJENJA - V ANTIKI

V skladu s še danes zelo neobvladljivo kompleksnostjo oziroma heterogenostjo, ki puščata odprta mnoga biološka in biološko-filozofska vprašanja, je razumljivo, da je bilo od preteklosti do danes mnogo različnih predstav o živem. Ne glede na njihove medsebojne razlike, jih lahko uvrstimo v dve splošni struji, katerih temelji so se izoblikovali že v antiki. Po prvi paradigmi je življenje fenomen, ki ga omogoča (vzpostavlja) posebna, v ostali naravi nedelujoča sila ali princip. Po drugi je življenje samo posebna kombinacija pojavov, ki v ničemer ne odstopa(jo) od nežive narave. V prvem primeru je življenje neko posebno stanje bivanja (ima poseben ontološki status), v drugem pa je to stvar našega lastnega spoznanjskega razlikovanja, v ontološkem smislu pa ni nič posebnega. V primeru prvega tipa razlage govorimo čisto o vitalizmu, medtem ko pri drugem o mehanicizmu in redukcionizmu. Obema paradigmi ob boku se je šele v našem stoletju pojavila nova osnovna razlaga življenja, ki ni ne vitalistična ne strogo mehanicistična. Gre za nevitalistični organizem, ki ga je v tridesetih letih tega stoletja utemeljil L. von Bertalanffy (1, 2). Pa tudi med na prvi pogled mehanicističnimi strujami najdemo lahko take, ki niso povsem redukcionistične. Zaradi tega bomo načeloma govorili o treh temeljnih bioloških paradigmah: *vitalistični*, *organicistični* in *mehanicistični*. Toda na samem začetku znanstvenega mišljenja, v Antiki, in do konca 18. stoletja² smo imeli le dve paradigmi: vitalistično in mehanicistično.

1 Pojem paradigme nam bo tu pomenil najbolj splošne miselne vzorce, modele, ki uokvirjajo in oblikujejo razlago določenega pojava ali področja. Pojem paradigme bomo tu, razen kadar ne bo povedano drugače, uporabljali v zelo splošnem smislu in ne v smislu kake ožje znanstvene discipline.

2 Ob koncu 18. stoletja se je pojavila paradigma, ki je bila nekakšna mešanica vitalizma in organizma.

Najlaže lahko razložimo njuno ozadje, če si pomagamo z Aristotelovo analizo vzrokov (3). Samega Aristotela pri tem lahko pojmuje tudi kot oblikovalca prve paradigme. Aristotel je, kot vemo, identificiral štiri temeljne tipe vzrokov: materialni (možnostni), učinkujoči (mehanski), formalni (oblikovalni) in teleološki (smotnostni). Pri obravnavanju organizmov je največjo težo pripisoval smotnostnemu, kar je delal tudi glede neživih objektov. Vitalizem v skladu z Aristotelovo razdelitvijo vzrokov vidi v osrčju življenja bitnost, ki deluje na materijo organizma predvsem z vidika smotnostnega vzroka. Ostali vzroki morajo tudi obstajati, a so podrejeni slednjemu. Poleg te vzročnosti je pomemben moment vitalistične razlage, da je v bistvu življenja neka posebna nematerialna vitalna esenca (za Aristotela je bila to nekakšna duša), ki je odsotna v neživi naravi. Organizmi so torej poseben razred stvari, povsem drugačni od nežive narave. Živost in avtonomijo jim daje nematerialni dejavnik. V svetopi-semki prisopodobi bi lahko rekli, da so organizmi "v tem svetu, toda ne od tega sveta".

Mehanicistični pogled na življenje lahko navežemo na atomista Demokrita, ki je poleg nežive snovi tudi organizme obravnaval kot le posebne skupke atomov (4). Pri tem je kakršnokoli gibanje organizmov videl kot povsem odvisno od determinističnega gibanja atomov. V skladu s to postavko organizmi ne morejo imeti nobene avtonomije - so le nemočni epifenomeni v rokah po lastni nujnosti gibajočih se atomov. Posledica tega je zanikanje slehernega smotnostnega vzroka, ki bi deloval na ravni organizmov in zaradi determinizma tudi slehernega takega vzroka nasploh³. Organizme torej vodita le prva dva tipa vzrokov: materialni in učinkujoči. Oba delujeta izključno na ravni atomov, višjih ravni enostavno ni; to razgalja skrajno redukcioniistično naravo demokritovskega obravnavanja življenja. V skladu s tem organizmi tudi nimajo nobene posebne esence, nič jih ne loči od nežive narave⁴.

Še danes lahko vidimo prepad med obema temeljnima paradigmama biologije⁵. Kar prva postavlja kot bistvo svojega videnja življenja, druga povsem zavrača; kar pa druga postavlja kot bistvo, prva pojmuje kot nebitveno. Zgodovinski pregled razvoja biološke misli nam pokaže, da sta se ti dve paradigmi vedno soočali in tekmovali druga z drugo, s tem da je v enem obdobju "vladala" ena, v drugem pa druga.

MENJAVANJE PARADIGEM OD RENESANSE DO SREDINE 19. STOLETJA

Renesansa

V dobi renesanse - mislimo predvsem na 16. stoletje - je bila biološka misel močno hילוizoistično in aristotelovsko obarvana. Raziskovalci življenja so raznolikost njegovih oblik razlagali kot posebno kombinacijo forme in materije (5), skozi katero se izraža božanska namera. Osnovni vzrok za pojav določenih življenjskih oblik je bil torej teleološki. Vitalistični pogled na življenje pa, zanimivo, tu ni razmejil živo od neživega, saj naj bi tudi neživo naravo obvladovala ista osnovna načela. Še več, ne samo da ni bilo posebne meje, oba sveta sta bila celo tesno povezana s skrivnim omrežjem povezav. Pierre Belon je na primer učil, da se živali zrcalijo v zvezdah,

3 Torej tudi na ravni atomov.

4 Ob bok temu je treba povedati, da imamo lahko hילוizoistični nazor, po katerem je vse živo, vse prežeto še z neko posebno vitalno esenco. Tudi v tem primeru ni razlike med organizmi in naravo - ker je ta pač živa. To je bilo značilno zlasti za renesančno pojmovanje življenja.

5 V resnici tu še ne bi smeli govoriti o biologiji, kajti njen pojem se je izoblikoval šele ob koncu 18. stoletja. Pojem bomo vseeno uporabljali, če bo šlo za tisto, čemur bi danes rekli biologija, četudi takrat kot posebna znanost še ni obstajala.

rastlinah in kamnih (5). Naloga takratne "biologije" naj bi bila odkriti skrite stvarnikove namere prek študija zunanjih podobnosti. Paracelzus je v tej zvezi trdil, da nevidno postane skozi študij analogij vidno (5). Podobnost med starši in otroki ni predstavljala nobenega problema, saj je bila le izraz splošnega omrežja podobnosti in spričo tesne povezave med dvema generacijama še toliko bolj samoumevna.

MEHANICISTIČNA BIOLOGIJA 17. IN 18. STOLETJA

V naslednjem stoletju so se raziskovalci življenja v skladu z razvojem fizike in astronomije (Galileo, Kepler) začeli bolj sistematično zanimati za vidno strukturo organizmov in opuščati mistično vitalistične prvine renesančne "biologije" (6). Opustili so tudi odkrivanje nekakšnih skritih znakov narave. Galileova zavrnitev aristotelske smotnostne fizike je imela velik odmev tudi na oblikovanje takratne biološke paradigme. Tudi raziskovalci življenja so začeli prisegati le na deterministične mehanizme, smotnostni vzrok je izginil iz razlage. Prišlo je torej do (prvega) preskoka biološke paradigme iz vitalistične v mehanicistično. V ospredje interesa raziskovalcev in tudi njihove razlage so stopili mehanizmi delovanja organizmov. Lep primer tega je William Harvey s svojo disertacijo o delovanju srca (6).

Tudi v tem obdobju ni bilo nobene jasne ločnice med živim in neživim svetom; tako v enem kot v drugem vladajo strogi zakoni mehanike. Organizmi so bili videti kot zapleteni strojčki, katerih sestava in delovanje so posledica določenega kombiniranja njihovih delov. V splošnem je to skoraj identično Demokritovemu pogledu na živo. Organizem je le seštevek svojih delov, in to tako v statičnem, kot v dinamičnem smislu.

Resnici na ljubo je treba povedati, da so tudi v tem obdobju delovali vitalisti, vendar niso imeli posebne veljave (6). Opozarjali so predvsem na nenavaden red, ki označuje zgradbo mnogih organizmov ali njihove produkte (na primer satovje). Trdili so, da za tak red ne morejo biti odgovorne slepe mehanične sile, temveč le neka inteligentna, smoter vključujoča življenjska sila, ki je nadnaravna in biva le v živem svetu.

V tem obdobju lahko torej prvič po Antiki vidimo vzpostavitev jasne polarizacije na uvodoma predstavljeni biološki paradigmi. Vitalizem pri tem lahko razumemo kot nujno reakcijo na preveč opreproščujoči in radikalni redukcionizem mehanicistov, ki so enostavno spregledali zelo pomembne značilnosti organizmov. Vitalisti so pravilno opozarjali na pomanjkljivosti prevladujoče mehanicistične paradigme, čeprav so se pri tem sklicevali na za današnji čas nesprejemljivo višjo silo. Zanimariti tudi ne gre, da je šele ob pojavu tedanjega vitalizma prišlo do jasne ločnice med živim in neživim.

NOVI PRESKOK PARADIGME: ORGANICIZEM NA POHODU MED 18. IN 19. STOLETJEM

Tudi za nov preskok paradigme so bila v prvi vrsti odločilna nova spoznanja drugih znanstvenih disciplin (to pot kemije) in novi filozofski uvidi. V drugi polovici 18. stoletja so se različni kemiki (npr. Reamur, Spallanzani, Lavoisier) lotili prebavljanja in dihanja. V živih bitjih niso videli več le mehničnega, temveč tudi kemičnega in električnega stroja. Ob podrobnem študiju je zlasti Lavoisier prišel do zaključka, da gre pri življenju pravzaprav za počasen proces gorenja, ki zahteva *sodelovanje* različnih organov, npr. pljuč, prebavil, kože (7, 8). Tu se je začel postopoma oblikovati koncept

organizma kot celote, kjer imajo vsi organi določeno funkcijo.

Druga linija, ki je vodila v novi preskok paradigme, je izvirala iz povsem drugega konca znanstvenega spektra - iz filozofije. Največji vpliv je imela filozofija narave, kot sta jo razvila Lorenz Oken in pisatelj W. Goethe. Nanje je imel zelo velik vpliv filozof Immanuel Kant, ki je trdil, da se dajo deli organizma razumeti le kot pogoji za obstoj celote. Slednja pa, po njem, vključuje oziroma zahteva neki cilj, ki ga ima v njej njen del. Kant je uvidel, da je lažje razumeti nastanek sončnega sistema, kot nastanek ene same gosenci (9). Za vzdrževanje visokega reda organizmov celote, v nasprotju z neredom nežive narave, je bil potreben nek poseben faktor, ki ga je Kant imenoval "notranji princip akcije" (7). Goethe in Oken sta v tej navezi poskušala razlagati organizme kot konkretizacije določenih anatomskih načrtov, nekakšnih arhetipov.⁶

Organizem je torej v očeh raziskovalcev življenja prenehal obstajati le kot asociacija anatomskih delov, postal je celota medsebojno odvisnih organov in procesov. Začel se je funkcionalni pristop k obravnavanju življenja; v ospredje so stopili odnosi. Red vidne strukture, ki je bil temelj za raziskovalce prejšnjega mehanicističnega obdobja, je zamenjal globlji red, *red organizacije*. To je imelo pomembne posledice za razvoj biološke misli: organizem je postal integriran skupek funkcij in organov, začela se je rojevati zavest o vzajemni povezanosti med organizmi in okoljem⁷, in najpomembneje, nastala je ostra ločnica med živim in neživim. Rodila se je znanost o življenju, biologija⁸.

Glavni predstavnik te organicistične biologije je bil J. B. Lamarck (10), katerega velik doprinos k razvoju biologije danes nesramno zasmehujemo z znano parabolo o žirafi in dolgemu vratu, ki je, zanimivo, Lamarck sam nikoli ni izrekel. Organicistična paradigma tega obdobja je bila močno vitalistična, saj je zopet reafirmirala smotrnostni vzrok. Življenje temelji na organizaciji, slednja pa nujno vključuje določen cilj, ki obvladuje delovanje njenih delov. Toda, za razliko od animističnega pojmovanja življenja v renesansi, ta cilj sedaj ne deluje od zunaj, temveč korenini v sami organizaciji, je njena notranja lastnost. Smotrnostni vzrok torej tu ni bil več platonovsko transcendenten, temveč aristotelovsko imanenten organizmu.

Organicistična paradigma te dobe je imela različen učinek na biološke discipline. Zaradi vztrajanja, da zahteva življenje *celovito* organizacijo, je zavirala razvoj analitične fiziologije in biokemije (te kasneje v 19. stoletju). Z razrezanjem organizma naj bi uničili njegovo organizacijo in s tem življenje - študij tega, kar bi preostalo, bi bil le še študij artefaktov. Močno vzpodbuden vpliv pa je imela ta paradigma na razvoj primerjalne anatomije in paleontologije. Holistični nazor, da vsak del izraža celoto, je omogočil poskuse iz posameznih kosti izvajati celo okostje, kar je marsikdaj, naprimer pri Cuvierju, tudi zares uspelo.

Organicistična biologija je dala ogromen pečat razvoju biološke misli. Od nje naprej si življenja ni bilo več mogoče zamišljati drugače kot prek vzajemnega in dobro organiziranega delovanja različnih organizemskih podenot. Tak nazor so povzele tudi kasnejše redukcionistično mehanicistične razlage.

6 Prav Goethe je na primer skoval besedo morfologija za znanost o strukturi organizmov.

7 V nasprotju z (neo)darvinističnimi pojmovanji so te odnose videli kot harmonične.

8 To besedo so skoraj istočasno uporabili Lamarck, Treviranus in Oken (7).

PONOVEN VZPON MEHANICISTIČNE PARADIGME

Organicistična biologija iz začetka prejšnjega stoletja, kljub svoji biologijo utemeljitveni vlogi ni imela dolgega veka. Že proti sredini 19. stoletja so jo začele napadati različne mehanicistično orientirane discipline. Po eni strani je bila to celična teorija življenja, kot sta jo razvila botanik Schleiden in zoolog Schwann. Trdila sta, da je celica osnovna enota živega, saj ima že vse funkcije življenja. Poleg tega pa vsi večcelični organizmi (vsaj pri spolnem razmnoževanju) nastanejo iz ene celice. Torej je celica alfa in omega življenja, in ne organizacija! Organizem je tedaj le še celični agregat. Celica je dobila značaj biološkega atoma⁹. Zanimivo je, da se je ta redukcionizem tikal le organizmov, ne pa tudi življenja. V nasprotju z večino ostalih redukcij, tu ni šlo za kako fizikalno ali molekularno redukcijo, temveč za čisto biološko.

Po drugi strani so organicistično prepoved analitičnega raziskovanja organizmov napadali tako fiziologi (npr. Claude Bernard), ki so hoteli eksperimentirati z organizmi, kot tudi genetiki¹⁰. Mendel je na primer ugotovil, da gre pri dedovanju od staršev na potomce za prenos nekih neodvisnih faktorjev (ki bi jim danes rekli geni). Organizme torej oblikujejo ti "atomizirani" in neodvisni¹¹ faktorji, ne pa neka celovita organizacija. Nadaljnji udarec organicizmu je dal razvoj biokemije, saj so - in to ravno v borbi z organicisti - biokemiki spoznavali, da temelji vse življenje na točno določenih in kompleksnih (kataliziranih) molekularnih interakcijah. Organicisti so ugovarjali takim izsledkom, češ da ugotovljena reakcija zunaj organizma ni več tisto kot znotraj, a po načelu krepostnega kroga so čedalje bolj zmagovali biokemiki, pri čemer so bila zlasti pomembna odkritja encimov kot konkretnih usmerjevalcev kemijskih reakcij. Organiziranost živega se je pokazala utemeljena v kompleksni organizaciji molekularnih interakcij. Tako je izgubila vso vitalistično ter holistično misterioznost, značilno za Lamarckov organicizem.

Še najbolj smrtonosno pa je na organicistični pogled deloval Darwin s svojo teorijo razvoja življenjskih vrst. Ugotovitev, da sta razvoj in s tem oblikovanje vrst odvisna od naslednjih treh faktorjev: hiperprodukcije ob omejenih virih okolja, spontane, neusmerjene variabilnosti in temu posledične selekcije, je povsem uničila organicistično paradigmo. Po slednji bi namreč razvoj vrst sledil notranji potrebi organizmov ter rabi in nerabi organov. Poleg tega je zagovarjala harmonijo med organizmi in okoljem, kar je bilo povsem nasprotno Darwinovemu spoznanju o naravni selekciji kot glavnem usmerjevalnem faktorju evolucije.

Pravkar obravnavani redukcionizem konca 19. in začetka 20. stoletja se je brez večjih paradigmskih sprememb izpopolnil v pretežno¹² molekularni mehanicizem. Biološka razlaga je zavzela nekako tako stališče. Za zunanjo strukturo organizmov in njihovo vedenje je odgovorna zelo kompleksna in pretanjena notranja organizacija bioloških procesov. Njo raziskuje t.im. funkcionalna biologija ali biologija bližnje vzročnosti (11). Za organizacijo sedaj ni odgovoren neki vitalistični dejavnik, temveč informacija, osredotočena v celoti organizmovih genov, imenovani tudi *genom*. Obli-

9 Odkritje celic kot osnovnih enot življenja je imelo v tem obdobju podobno težo kot odkritje strukture DNA na začetku druge polovice tega stoletja.

10 Genetika se je prvič pojavila v drugi polovici 19. stoletja, ko je njene prve zakonitosti odkril Gregor Mendel (1822-1884). Žal je ostal povsem nerazumljen in neopažen od svojih sodobnikov, tako da so ga odkrili šele na samem začetku našega stoletja, ko se je genetika dokončno izoblikovala.

11 Danes seveda vemo, da niso vsi tako neodvisni, a to ne spreminja bistvenega argumenta.

12 Biologija je tako razvejana veda, da je tudi v smislu osnovne paradigme ne moremo obravnavati povsem enotno.

kovanje te informacije pa temelji na dolgi zgodovini razvoja organizmov, kjer sta kot glavni "sili" delovali spontana variabilnost in neizprosna selekcija najbolj prilagojenih organizmov; to naj bi raziskovala t.i. evolucijska biologija ali biologija oddaljene vzročnosti (11). Tako smo dobili štiri temeljne vzročnostne biološke ravni. Raven zunanje strukture se kaže kot raven posledic, raven filetskega razvoja pa kot raven naj-globljih, skrajnih in ireducibilnih vzrokov. Vmesni ravni imata nekatere avtonomne vzročne momente in tudi posledične. Če odštejemo zgodovino in obravnavamo organizme le z vidika trenutnega obstoja (se pravi, če se omejimo le na funkcionalno biologijo), o vseh za življenje bistvenih procesih odloča molekularna raven, tako beljakovine kot nukleinske kisline. Sodobna biologija zopet prisega na demokritovsko paradigmo in na ekskluzivnost učinkujočega ter materialnega vzroka. Tudi genetske informacije v skrajni konsekvenci ne razume kot nekakšen formalni vzrok, temveč kot visoko organizirano kemijsko interakcijo z značajem kompleksnega učinkujočega vzroka.

Ob tako zgrajeni biološki paradigmi se zdi, da smo v biologiji končno dobili koherentno razlago, ki jo je treba samo še izpopolnjevati v detajlih. Medtem ko tako misli večina sodobne (biološke) znanstvene skupnosti, to ne velja za vse biologe. Marsikateremu biologu se zdi, da nekaterih temeljnih problemov sodobne biologije (npr. ontogeneze, izredne organizacije oziroma koordinacije molekularnih procesov v celični) ne bomo sposobni razložiti na pravkar predstavljeni način. Večina takih oporečnikov išče v biosu vendarle še nekaj posebnega, kar označuje živo in ni značilno (ali pa je tudi povsem odsotno) v neživi naravi. Nekateri to imenujejo morfogenetsko polje (12), drugi pa parameter makroskopske urejenosti, temelječe na dalekosežnih korelacijah med celičnimi konstituentami (13, 14). Medtem ko pri prvih ni jasna fizikalna narava pojmov, gre pri drugih za čisto fizikalno utemeljitev v obliki kvantne elektrodinamike celične vsebine.

Z vidika Aristotelovih štirih vzrokov so te moderne organicistične zamisli pravzaprav nekaj novega: v svojih razlagah se ne sklicujejo na smotnostni vzrok in popolnoma upoštevajo pozitivna spoznanja moderne mehanicistične molekularne biologije. Med njihovimi in med redukcionističnimi razlagami je sedaj nova razlika glede na klasično dihotomijo; moderni organicistični oziroma celostni pristopi vsaj implicitno zagovarjajo *formalni vzrok*. Tako sodobna biologija praktično ne pozna več razdelitve na vitalizem in mehanicizem, kajti prvega v sodobni biologiji ni več, temveč na organicizem in mehanicizem. Glede na precejšnjo neenotnost modernega organicizma, je zaenkrat še nemogoče reči, kako se bo v bodoče razreševal paradigmatični spor med obema. Vsekakor so dosledni organicisti danes razlagalno še prešibki za resen izziv uveljavljene mehanicistične paradigme. Šele čas bo pokazal, katere od sodobnih organicističnih poskusov bo kmalu prekril prah, kateri pa bodo eventualno vodili v povsem novo epoko biologije. Osebno menim, da ima največ možnosti za pridobitev statusa izzivalne paradigme porajajoča se kvantno mehanska biologija.

ZAKLJUČEK

Razvoj bioloških paradigem dokazuje, kako je vsakokratna paradigma vgnedena v splošnih znanstvenih in filozofskih konceptih svoje dobe. Vsaka biološka paradigma je tako skupen rezultat preteklega razvoja biologije ter sočasnega razvoja filozofije in drugih znanosti. Razumljivo je, da je bil organizem za časa Newtona predvsem deterministični strojček - tak je bil pač pogled na ves svet, ločnice med živim in neživim pa tako ali tako ni bilo. Kemik Lavoisier je raziskoval predvsem gorenje in

lahko na tej podlagi dobil globok uvid v naravo živega, da je tudi življenje v bistvu proces izgorevanja. To je kasneje tudi eksperimentalno potrdil. Ta koncept je omogočil razvoj kemije in je bil precej naprednejši od Newtonovega. Svoja zgodba je popolno nezanimanje za Mendla in njegova epohalna odkritja nekaterih pravil dedovanja s strani njegovih sodobnikov. Biologija takrat preprosto še ni bila zrela za statistično obravnavo, ki jo je zahtevala genetika. Njegova dela so zato odkrili šele na začetku tega stoletja. Podobno je z odkritjem dvojno vijačne strukture DNA in njene informacijske vloge. Vse to je tesno sledilo postavitvi teorije informacij.¹³ Šele na podlagi konceptov te teorije je postalo možno razumeti delovanje DNA in drugih nukleinskih kislin. Jezik sodobne molekularne genetike v veliki meri sledi terminologiji informacijske teorije. Bodoča spoznanja tako v biologiji kot v drugih znanostih bodo nedvomno spremenila podobo biologije, ne moremo pa še natančno vedeti, kako.

Drugo spoznanje, ki ga lahko dobimo ob študiju preteklega razvoja biološke misli, je, da je, morda le z izjemo animistične renesančne paradigme, vsaka paradigma nekaj prispevala k razvoju biologije, tudi če je bila potem ovržena ali presežena. Razvoj biologije je torej asimiliral pretekle koncepte na različne načine, četudi jih je kot glavne idejne postavke ovrgel. Kot ilustracijo lahko vzamemo že obravnavani Lamarckov organizem. Pred njim ni bilo pojma o funkcionalni povezavi med organi organizma. Lamarck je prav na tej povezavi utemeljil svoj biološki koncept organizacije. Zavest o globoki funkcionalni povezanosti je še vedno ena od osnovnih determinant sodobne biologije, čeprav je povsem zavrnila Lamarcka. Predpostavljamo lahko, da bo tudi eventualna nova, predvidoma organicistična, paradigma osvojila večino spoznanj in metod moderne mehanicistične biologije.

BIBLIOGRAFIJA

- 1) Bertalanffy, L., 1932, *Theoretische Biologie I*, Gebrueder Borntraeger, Berlin.
- 2) Jerman, I., 1987, Moderni organicizem, *Biološki vestnik*, 35(2): 151-158.
- 3) Vorlaender, K., 1968, *Zgodovina filozofije*, Slovenska matica, Ljubljana, str. 127.
- 4) Vorlaender, K., 1968, *Zgodovina filozofije*, Slovenska matica, Ljubljana, str. 56-57.
- 5) Jacob, F., 1974, *The logic of living systems*, Allen Lane, London, str. 20-28.
- 6) Jacob, F., 1974, *The logic of living systems*, Allen Lane, London, str. 32 - 44.
- 7) Jacob, F., 1974, *The logic of living systems*, Allen Lane, London, str. 83 - 90.
- 8) Schlesinger, A. B., 1994, *Explaining life*, Mc Graw Hill, Inc., New York, str. 5
- 9) Singer, C., 1959, *A History of Biology*, Abelard-Schuman, London.
- 10) Schlesinger, A. B., 1994, *Explaining life*, Mc Graw Hill, Inc., New York, str. 53-55.
- 11) Mayr, E., 1984, *How Biology Differs from Physical Sciences*, v knjigi *Evolution at Crossroads*, Bradford Book, Cambridge, str. 43-63.
- 12) Goodwin, B. C., 1985, *Developing Organisms as Self-Organizing Fields. Mathematical Essays on Growth and the Emergence of Form*. University of Alberta Press, str. 185-200.
- 13) Vitiello, G., 1992, Coherence and EM fields in living matter, *Nanobiology*, 1(2): 221-228.
- 14) Giudice, E. Del, Doglia, A., Milani, M., Vitiello, G., 1988 *Structures, correlations and electromagnetic interactions in living matter. Biological Coherence and Response to External Stimuli*. Springer Verlag, Berlin, str. 49-64.
- 15) Shannon C. E., Weaver, W., 1949, *The mathematical theory of communication*, Urbana, Illinois, University of Illinois Press.

13 Avtor matematične teorije informacij je C. E. Shannon v drugi polovici štiridesetih let (15).