
TEORIJA MORFOGENETSKIH POLJA
Jedno od mogućih objašnjenja principa evolucijske promjene

Tonči Kokić, Split

UDK: 575.82
Pregledni znanstveni rad
Primljeno 6/2007.

Sažetak

Teorija biološke evolucije danas je prihvaćena kao neosporna znanstvena činjenica kojom se objašnjava preoblikovanje i umnažanje živih oblika, kao i međuodnos tih oblika. No, slaganje ne postoji oko principa koji pokreće evolucijske procese. Zapanjujuće bogatstvo živih formi izaziva brojne prigovore teoriji evolucije, jer se na osnovi stupnjevite promjene populacija i opstanka najpodobnijih individua očekivao kontinuitet u prirodi. Suprotno tome, u prirodi nalazimo diskontinuitet bioloških entiteta (vrsta), sa strogo odijeljenim neprijelaznim preprekama bez uočljivih prijelaznih oblika. Opravdano je pitanje kako su više svojte visokog stupnja različitosti, poput kukaca, riba, ptica i sisavaca, postale postupkom stupnjevite evolucije mehanizmom prirodnog odabira. Teorija evolucije, u svim svojim fazama, vidi vrste kao slučajne, povijesno kontingentne entitete koji nastaju dugotrajnim nakupljanjem slučajnih uspjeha. S obzirom na to, bilo koji fenotip može nastati isključivo putem slučajne mutacije i prirodnog odabira: od proteina prema strukturama i obliku organizma. Teorija evolucije nema adekvatan odgovor na mnoga pitanja, npr. kako to da unatoč stalnoj akumulaciji genskih promjena postoji dugotrajna očuvanost formi ili osobina, te kako je moguća neovisna evolucija homolognih, složenih struktura (poput oka) u brojnih, vrlo različitih vrsta. Teorija morfoogenetskih polja nudi odgovore na ta pitanja.

Ključne riječi: fenotip, forme, homologne strukture, morfogenetska polja, mutacija, prirodni odabir, robusnost, teorija evolucije.

1. MORFOGENETSKA POLJA

Morfologija je znanost koja proučava biljne i životinjske forme. Cilj morfologije je pronalaženje nekakve logike ili zakona

kojim bi se razumjelo i objasnilo nastajanje sličnih organizama kao varijacija jednostavnih mehanizama koji tvore žive forme. Ideja morfo-genetskog polja prvotno se (1920.-1930.) vezivala gotovo isključivo uz embriologiju, no od devedesetih godina 20. st. počela se učestalije primjenjivati za objašnjenja u evolucijskoj biologiji, poglavito zahvaljujući uočavanju svojstva robusnosti morfo-genetskih procesa, a što je imalo snažne implikacije na neodarwinističku teoriju evolucije.

Darwinistička perspektiva, bez obzira na etapu kojoj pripada, po svojoj prirodi vidi slučajnost i potencijalnu neograničenost broja organskih formi, tako da je biosfera radikalno otvoreni sustav. Ipak se tvrdi kako nisu moguće genske varijacije u svim smjerovima, te kako genski program mora istodobno dopuštati široke varijacije i štiti od katastrofalnih pogreški, koje su najčešće tek minimalne izmjene programa. Radikalna količinska neograničenost i slučajnost organskih formi povlači za sobom nemogućnost uspostave racionalnog sustava organskih formi, kao i nemogućnost postojanja logičkog zakona koji bi uređivao odnos takvih formi (standardni pristup priznaje tek prirodno ograničenje organskih formi i njihovo podvrgavanje zakonitostima poput zakona simetrije koji uvjetuje forme s obzirom na gravitacijsku silu, stupanj pokretljivosti organizama, zatim zakonitostima genetskih čimbenika i njihovo sintetičko djelovanje). Teorija morfo-genetskih polja tvrdi suprotno, kako forme živih bića nisu nezakonita, tek slučajna zbivanja.

Ideja postojanja morfo-genetskih polja proizašla je iz nevidljivosti strukture prostorne organizacije morfo-genetskih procesa. Teorija morfo-genetskog polja nastala je na osnovi eksperimenata na morskom ježincu koji je pokazao sposobnost samo regulacije proizvodnjom normalnih formi unatoč drastičnim eksperimentalnim perturbacijama. Webster i Goodwin (1996:95) tvrdnjom: "*Razvojna sudbina je funkcija položaja*" ukazuju kako organska materija stječe svojstvo, tj. snagu za kvalitativne promjene tvorbom specifičnih morfoloških struktura u skladu s prostornim odnosima. Kako entiteti koji su samo u prostornom odnosu, nisu povezani, pojava kvalitativno novih događaja u razvoju nekog organizma može biti objašnjena isključivo nevidljivošću sustava koji određuje takve odnose. Morfo-genetsko polje ipak nije sebi svojstven eter niti Descartesova tekućina u kojoj plivaju nebeska tijela, niti je nešto nematerijalno. Galilejevo i Descartesovo neprihvatanje djelovanja na daljinu stvar je prošlosti za fiziku i biologiju, pa više nije blasfemično pretpostavljati cjeline, ovdje morfo-genetska polja, koje aktivno djeluju na strukturu materije. Morfo-genetsko polje

je energija ograničena poljem, ono sudjeluje u izgradnji fenotipa, djelujući unutar većeg, općeg polja. Pri tome promjene geometrijskih odnosa ne znače zanemarivanje uloge gena, nego poricanje njihove sposobnosti apsolutnog vođenja sustava kroz morfogenetske promjene. Genske aktivnosti ukazuju na svojstvo genske mreže prema prihvaćanju ograničavajućih obrazaca morfogenetskih promjena specifične biološke skupine poput vrste. Nasljedna inercija neke biološke vrste ili slične skupine nije jednostavni rezultat obrazaca koji su ustanovili preci te vrste generirajući evolucijske (seleksijske) prednosti, nego takva inercija postoji radi ograničenja morfogenetske dinamike. Da je tako, djelomično svjedoči proces izumiranja vrsta koji se može interpretirati upravo kao nemogućnost promjene nasljedne inercije zbog ograničenja morfogenetske dinamike. Proces razvoja (i razvitka) potrebno je shvatiti na razini cjeline odnosa organizma i okoliša jer tek cjelina konstituira samo organizirajući sustav. Zadani okoliš nije jednak svim organizmima iste vrste jer oni svojom različitosti imaju različite percepcije okoliša. Stabilnost hijerarhijske strukture morfogeneze temelji se na standardiziranom procesu autonomnog polja unutar općeg polja (poput tvorbe prstiju na ekstremitetima) tako da geni ne moraju biti posebno fino ugođeni, nego se tek trebaju uklapati unutar prostornih parametara kompatibilnih s pojedinim morfogenetskim kanalima. Teorija morfogenetskog polja govori o postojanju svojevrsnog sustava kanala unutar kojega se moraju razvijati moguće forme. Waddington (1957.) navodi kako ni združeno djelovanje genotipa i okoliša ne određuje u potpunosti tijek razvitka zbog prirode epigenetičkog procesa, koji je sustav kanala različite dubine, pa se u jednom dijelu ne može nikako poremetiti dok u drugim dijelovima u različitom stupnju ovisi o uvjetima okoliša. Morfogenetsko polje usporedivo je s kalupom unutar kojega čimbenici gena i okoliša određuju parametre vrijednosti djelujući na izbor (selekciju) ili pak stabilizirajući postojeće organske forme unutar takvog polja.

2. ROBUSNOST MORFOGENETSKOG PROCESA

Morfogenetski kanali imaju svojstvo unutrašnje robusnosti kako bi se oduprli stalnim perturbacijama uzrokovanim genetskim varijacijama neprekidno aktivnog genoma. Ideja robusnog morfogenetskog polja, u smislu intrinzičnog robusnog procesa, ukazuje na vraćanje srži biološkog esencijalizma koji se nalazi

u pojmu tjelesnog plana, iako ne u smislu bitnih osobina tipa neke vrste niti identičnosti morfologije individua te vrste, nego prije u smislu identičnosti funkcija i plana strukture organizma. Pojam morfogeneze kao robusnog procesa vrlo je sličan pojmovima velikih anatomskih tipova *Unity of plan* ili *Bauplan* (što nisu istoznačnice, kako navodi Mayr, 1976.), koji tvrde konzervativnost idealnih, apstraktnih planova organizama određenih skupina poput npr. vrsta. Saint-Hilaireova ideja po kojoj su sve životinje izgrađene po istom strukturnom planu (arhetip svih životinja) ili Cuvierova tvrdnja po kojoj kod životinja postoje četiri strukturna plana rehabilitirana je pojmom zootipa. Kod životinja, npr. u pijavice i kukca, obrasci ostaju potpuno isti unatoč bitno različitom načinu segmentacije, što upućuje na univerzalnu prirodu sustava kodiranja ekspresije gena. Slack i koautori (2004:300) smatraju da sustav obrazaca ekspresije gena treba postaviti kao definirajuće svojstvo (*sinapomorfija*) životinjskog svijeta i predlažu da se nazove *zootip*. Zootip je sustav pozicijskih informacija, što omogućuje pretpostavku kako je postojao iskonski višestanični predak svih životinja. Definicijom zootipa pružena je prvi put mogućnost uspostave morfoloških kriterija za određivanje životinja jer je otkriveno kako neživotinjski višestanični eukarioti poput plijesni, gljiva i biljaka imaju gene s *homeobox* strukturom koji nisu homologni obitelji gena čiji obrasci ekspresije tvore zootip. Životinjski organizam nije više nešto što se hrani, kreće i odgovara na podražaje, nego nešto što pokazuje određeni prostorni obrazac ekspresije gena.

Robusnost morfogenetskih polja dovodi u pitanje osnovnu postavku teorije evolucije, onu o prirodnom odabiru kao isključivom principu odgovornom za preoblikovanje živih bića. Ideja robusnih morfogenetskih polja osporava valjanost genetskog redukcionizma po kojem je DNA u isključivoj nadležnosti programa odgovornog za kontrolu razvoja embrija i epigenezu. A i taj, genetski program koji daje upute za izgradnju fenotipa, zapravo je zamrznuti slučaj (Crick, 1968:367), koji prirodni odabir, kao jedini izvor reda, pripušta u opstanak. Istodobno, teorija morfogenetskih polja osporava i redukcionizmu suprotstavljenu Monodovu ideju (1983.) koja tvrdi kako organizmi nisu genetički vođeni samosklapajući (samoregulirajući) sustavi, nego kemijski strojevi. Pokazalo se kako nastanak određenih struktura u organizmu ne ovisi samo o svojstvima elemenata koji tvore takvu strukturu nego i o dodatnim utjecajima poput ZPA-područja polarizirajuće aktivnosti (*Zone of polarising activity*) koje spominju Webster i Goodwin (1996.), a koje

djeluju na prostorni red što proizlazi iz interakcije između stanica. Biološki sustavi ne mogu se razumjeti tek na osnovi materijalnih elemenata od kojih se sastoje, jer drugim dijelom proizlaze iz načina, tj. reda slaganja tih elemenata - poput npr. trodimenzionalnog ustroja DNA molekula ili enzimskog zahvaćanja stereoizomera. Uz to, čak ni kromosomski komplet oplođenog jajeta ne tvori cjeloviti i dovoljni skup uputa za razvoj kao što su određenje vremena i tempa razvitka, prostornih obrazaca i detalje tvorbe organa i tkiva te aktivacije funkcija. Epigenetska domena osim gena i njihovih produkata uključuje brojne druge varijable, kao što su mehaničko stanje citoskeletona, iona, primarnih regulatora metabolita i dr. Iznimna dinamička složenost morfogogenetskih procesa koji se odvijaju različitim prostornim i vremenskim razinama ipak dopušta uočavanje razvojnih ograničenja i redukcije različitih razvojnih mehanizama. Sve to upućuje na postojanje stabilnih putova koji prisiljavaju kanaliziranje morfogogenetskih procesa, uz pridavanje svojstava njihove robusnosti. Usklađivanje brojnih transformacijskih događaja zbiva se na različitim razinama molekularne sinteze, aktivacije i ekspresije gena, prostornog pozicioniranja stanične interakcije i opće morfogeneze. Klasa *homeo box* gena određuje relativne položaje u tijelu (Tamarin, 1999.), odnosno pruža informacije položaja. Preciznije rečeno, klasa gena s *homeo box* sekvencijskim motivima transkripcijski je čimbenik koji kontrolira aktivnost drugih gena. Ono što je zanimljivo, jest da *homeo box* geni kodiraju relativni položaj unutar organizma, a ne neku određenu strukturu pa je pitanje kako su takvi obrasci sačuvani unatoč značajnim pomacima u razvojnim mehanizmima. Usklađivanje brojnih događaja intuitivno navodi na ideju koju potvrđuje tehnička praksa, kako porastom složenosti nekog sustava slabi kontrola nad njim. Kod bioloških sustava nije tako, dapače, porastom složenosti dolazi do izvanrednog povećavanja područja stabilnosti tako da različiti biološki mehanizmi uključeni u razvoj spajaju uz redukciju mogućnosti izbora prostorno-vremenskih obrazaca uključenih u tvorbu organskih formi. Spajanje dvaju bioloških mehanizama tvori robusnije obrasce forme nego bi bile da mehanizmi nisu spojeni. Primjer za to daju Goodwin, Kauffman i Murray (1993.) eksperimentima na algi *Acetabularia acetabulum*, gdje utvrđuju postojanje dvaju spojenih mehanizama razvoja: citoplazme koja je neuravnoteženi medij i stanične stijenke koja je generator forme. Izbjegavajući brojne detalje spomenutog istraživanja, može se citirati Goodwina i

koautore (1993:142): “...postoji slabo shvaćen fenomen usmjerenog odbijanja nekih morfologija usprkos selektivnim modifikacijama...”. Robusnost morfogogenetskog procesa poriče hipotezu genetskog programa odgovornog za nastanak svake potencijalno zamislive forme ili obrasca. Čak ni interakcija obrazaca ekspresije gena i generičkih čimbenika (Webster i Goodwin, 1996.) ne može ozbiljiti sve forme i obrasce koji mogu nastati iz bioloških molekula i živih stanica. Robusnost morfogogenetskih procesa može se očitovati i iz ponavljanja strukturno sličnih, a funkcionalno identičnih procesa koji se mogu detektirati tijekom evolucije. Iz ponavljanja takvih procesa može se zaključiti kako embriji najrazličitijih vrsta tvore neke složene strukture vrlo jednostavno. Radikalni primjer takvog neovisnog stvaranja navode Salvini-Plawen i Mayr (1977.) tvrdnjom kako je sofisticirani organ oko neovisno evoluirao kod najmanje 40 vrlo različitih vrsta! Asocira li to na usmjerenost evolucijskih trendova? Bez obzira na raznolikost mogućih interpretacija primjera neovisnog nastanka složenih struktura organa nije moguće izbjeći očiti sukob s Darwinovim stavom po kojem su organizmi slučajni i historijski kontingentni. Istodobno se može reći kako teorija robusnosti morfogeneze rješava jedno od neriješenih pitanja evolucije: zapanjujuću fenotipsku stabilnost (iako je živi i neživi svijet stalno podvrgnut promjenama). Kauffman (1993:19-20) upravo na činjenici dugotrajne nepromjenljivosti fenotipa, tj. očuvanosti forme (njezinoj stabilnosti) vidi ozbiljan problem za neodarwinističku sintezu teorije evolucije: “*Ukoliko se mutacije neprestano akumuliraju... što održava fenotip u tipičnoj formi?*” Kauffman misli kako selekcija nekog dovoljno složenog sustava ne može izbjeći redu koji pokazuje većina sličnih sustava. Biološke forme po svojoj su prirodi robusne i neslučajne (iako ne i nužne), one su odraz visoko vjerojatnih, tj. generičkih stanja morfogogenetskog procesa. Po hipotezi robusnosti Darwinov mehanizam prirodnog odabira nema dostatnu snagu očuvanja vrijednosti genoma kao upute koja isključivo određuje prostorne i vremenske parametre razvojne dinamike. Genom je preslab da bi održao parametre vrijednosti unutar strogo propisanih normi s obzirom na njegovu sklonost stalnoj promjenljivosti. Biološke vrste su zajedno s njima pripadajućim tipičnim svojstvima reproduktivne izolacije, ekološke različitosti i morfološke lučivosti tek točke dinamičke stabilnosti morfogeneze. Robusnost morfogogenetskih procesa usporediva je s diskretnim stanjima elektrona koji mogu zauzimati strogo određene ljuske. Svaka “vrsta” atoma može poprimati samo određene diskontinuirane energije i “bivati” u određenim stacionarnim

stazama. Po analogiji na kretanje elektrona atomskih "vrsta" isključivo po strogo određenim elipsama, organske forme mogu zauzimati samo određena diskretna stanja, čemu u prilog govore sve osnovne značajke biološkog pojma vrste. Iz beskrajnog mnoštva zamislivih organskih oblika mogu se ozbiljiti tek forme koje zauzimaju diskretna stanja propisana morfološkim poljima. Upravo su morfološka polja odgovorna za raspored svojevrsnih bioloških ljusaka diskretnih stanja koje popunjavanju biološke forme. Biološke forme imaju snažno unutarnje visoko vjerojatno stanje (generičko) morfogeneze kao točke dinamičke stabilnosti morfogenetskih procesa. Pretpostavka o kvantitativnoj i kvalitativnoj ograničenosti organskih formi i evolucijskim preoblikovanjima pronalazi kako bitan dio takve ograničenosti nastaje zbog morfoloških polja organskog svijeta koja su u svom fundamentalnom smislu usporediva s metrikom svemira i njezinim brojnim specifičnostima. Na principijelnoj razini to bi značilo proširenje važenja na biologiju Riemannove ideje kako prostor bez svojstava krutosti aktivno sudjeluje u fizičkim zbivanjima. Poslije Riemanna je i teorija relativnosti uočila kako su svojstva prostora određena fizikalnim tijelima kao što su i fizikalna tijela određena svojim položajem, tj. odnosom s prostorom. Organske forme su u fundamentalnom smislu ograničene drugim organskim i anorganskim formama unutar fizikalno-kemijskih zakona geometrije i simetrije (gravitacija, atomske sile, zakoni molekularne građe). Sve organske forme po svojoj su strukturi posljedica nužnih i nezaobilaznih kozmičkih zakona, jesu ili nisu upravo po takvim kozmičkim zakonima. Pri tome, nije riječ o redukcionističkom stavu koji iz osnovnih zakona fizike i kemije zaključuje na sveobuhvatnost zakona žive prirode, nego pretpostavci jedinstvenog polja koje određuje mogućnost svih bioformi. Takve forme mogu, ali i ne moraju biti ostvarene, one u bitnome ovise najprije o promjenljivim uvjetima okoliša, a zatim i o interakciji s drugim živim formama. U skladu s tim moguće forme u slučaju svojega ozbiljenja mogu opstati neko duže ili kraće vrijeme, i zatim propasti.

3. IMPLIKACIJE TEORIJE MORFOGENETSKIH POLJA

Ključna implikacija teorije morfogenetskog polja tiče se same osnove teorije evolucije-prirodnog odabira. Webster i Goodwin (1996:221) kažu: "*Prirodni odabir nije generator bioloških formi,*

nego jedan od čimbenika uključenih u stabilizaciju formi.” Odricanje stvaralačke snage prirodnom odabiru, i njezino svodenje tek na stabilizatora formi - njenu smisaonu suprotnost, znači poricanje bitnog dijela teorije evolucije darwinovskog tipa, u kojoj god da je etapi razvoja. Konačne filozofske implikacije ovakvog stava su u ograničenosti i neslučajnosti kozmičkih procesa (i organskih formi) koji se mijenjaju tek pojavom čovjeka. To jesu li takvi procesi projektirani ili nisu, stvar je koju može raspravljati metafizika.

Tek teorija morfo-genetskih polja s punim pravom može biti prava suvremena alternativa teoriji poslijesintetičke teorije evolucije. Naime, suvremena istraživanja na tragu teorije evolucije usmjerena su prema trima glavnim područjima: a) evolucijskim pojavama koje još uvijek nisu prikladno objašnjene sintetičkom teorijom, poput npr. stagnirajuće ili eksplozivne evolucije (Schopf, 2004; hipobraditelija – iznimno spori tempo evolucije i tahitelija – vrlo brza evolucija), b) potrebi za različitim supsidijarnim čimbenicima koji nisu zamjetni uobičajenim sredstvima istraživanja, a potencijalno vrše jak selekcijski pritisak, i c) međudjelovanje između gena, genotipa i okoliša koji “proizvode” fenotip, koji onda podliježe provjeri prirodnog odabira ili je tek stabiliziran, kako tvrdi teorija morfo-genetskih polja. U tom smislu, prednosti teorije morfo-genetskih polja su jasne, ona uspijeva objasniti dugotrajnu fenotipsku stabilnost i neovisnost stvaranja homolognih struktura kod brojnih, vrlo različitih organizama.

Stalno usavršavanje teorije evolucije uvođenjem brojnih dodatnih višestrukih čimbenika koji bi trebali objasniti i osvijetliti onaj istiniti princip pokretača evolucijskih promjena, znači tek da teorija evolucije sve više izlazi iz stanja Kuhnove faze normalne znanosti u stanje blisko krizi normalne znanosti, a sve dodatne i pomoćne teorije i hipoteze upravo su zaštitni pojas pomoćnih hipoteza oko čvrste jezgre teorije koju treba sačuvati želi li se teorije održati. Dovođenje u pitanje principa prirodnog odabira koji čini samu bit Darwinove teorije evolucije, pa i njezine etape razvoja u fazi moderne sinteze i kasnijeg razvoja, znači ugrožavanje one čvrste jezgre istraživačkog programa teorije evolucije. Prema Lakatosu (1970.) dopuštena je samo egzistencija teorija koje se mogu uskladiti s prirodom nepromjenljive tvrde jezgre istraživačkog programa pa je upitno hoće li se teorija evolucije kakvu danas znamo održati. Ipak malo je nade u pojavu tzv. krucijalnog eksperimenta koji bi osigurao spektakularan i dobro potvrđen primjer, dovoljno snažan za odbacivanje vladajućeg istraživačkog programa. Uz to, kako metodologija istraživačkog programa pripisuje racionalnost

odluci o zabrani pobijanja (poricanja) pri prijenosu neispravnog u tvrdu jezgru - dok god potvrđeni empirijski sadržaj zaštitnog pojasa pomoćnih hipoteza ima tendenciju povećavanja, kao što je slučaj u teoriji evolucije - to znači da se teorija može preoblikovati i u svojim fundamentalnim elementima i ipak opstati. Tako odluku o sudbini teorije evolucije neće donijeti prirodna znanost sama, nego zajedno s logikom i filozofijom znanosti, ali i brojnim drugim izvan logičkim čimbenicima koji sudjeluju u ustanovljavanju i svrgavanju znanstvenih teorija.

ZAKLJUČAK

Hipoteza robusnosti morfogenetskih polja uz operativno objašnjenje morfogeneze ponavljanjem repertoara osnovnih staničnih procesa, tvrdi da je umnažanje i preoblikovanje bioformi (što je evolucija) ograničeno s obzirom na moguće transformacije postojećih morfogenetskih polja. Usprkos različitosti ekspresija u morfologijama brojnih vrsta, morfogenetska polja svojim unutrašnjim organizacijskim ograničenjima propuštaju postvarenje tek dijela potencijalnih ili zamislivih formi. Po hipotezi robusnosti Darwinov mehanizam prirodnog odabira nema dostatnu snagu očuvanja vrijednosti genoma kao upute koja isključivo određuje prostorne i vremenske parametre razvojne dinamike. Genom je preslab održati parametre vrijednosti unutar strogo propisanih normi s obzirom na njegovu sklonost stalnoj promjenljivosti. Stoga, po Websteru i Goodwinu, evolucija nužno znači pojavu robusnih formi, generičnih stanja ontogenetskog procesa, a ontogenija određuje niz vjerojatnosti za filogeniju. Ograničenost bioloških formi spada u osnovnu bitnu pretpostavku teorije morfogenetskih polja tvrdnjom kako ograničenost mogućih transformacija bioloških formi proizlazi iz unutrašnjih organizacijskih ograničenja. Druga bitna pretpostavka teorije morfogenetskih polja vidi sličnost struktura organizama usprkos njihovoj pripadnosti različitim biološkim vrstama. Sličnost struktura organizma, a u nekim segmentima i cjelokupne biosfere, učinak je sličnih dinamičkih procesa općeg morfogenetskog polja. Teorija morfogenetskih polja sugerira općenitost osnovnog morfogenetskog procesa svim biološkim formama. Prednosti teorije morfogenetskog polja u odnosu na neodarwinističku teoriju evolucije su u objašnjenju pojava koje ta teorija ne može objasniti (dugotrajna stabilnost

fenotipa i pojava homolognih struktura u vrlo različitih tipova organizama), a njezin nedostatak je u snazi vladajuće neodarwinističke paradigme.

Bibliografija:

- Crick, F. H. C. (1968). *The Origin of the genetic code*. Journal of Molecular Biology. 38.
- Goodwin, B. C., Kauffman, S. i Murray, J. D. (1993). *Is Morfogenesis an Intrinsically Robust Process?* J. Theor. Biol. 163: 135-144.
- Kauffman, A. Stuart (1993). *The Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Lakatos, I. (1970). *Falsification and the Methodology of Scientific Programmes*, u knjizi: Lakatos, I.-Musgrave, A. (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, London: Cambridge University Press.
- Mayr, E. (1976). *Evolution and the Diversity of Life*. Cambridge, Massachusetts and London, England: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution and Inheritance*. Cambridge, Massachusetts and London, England: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Monod, J. (1983). *Slučajnost i nužnost: ogleđ o prirodnoj filozofiji moderne biologije*. Beograd: Rad.
- Salvini-Plawen, L. V. i Mayr, E. (1977). *On the Evolution of Photoreceptors and Eyes*. Evolutionary Biology 10: 207-263.
- Slack, J. M., Holland, P. W. i Graham, C. F. (2004). Zootip i filotipski stadij. U: Ridley, M. (ur.), *Evolucija*, str. 297-305, Zagreb, Naklada Jesenski i Turk.
- Schopf, J. (2004). *Razne stope, drukčije sudbine: tempo i način evolucije su se promijenili od prekambrija do fanerozoika*. // *Evolucija*/uredio M. Ridley. Zagreb: Naklada Jesenski i Turk, str. 341-350.
- Tamarin, R. H. (1999). *Principles of Genetics*. Boston: WCB McGraw-Hill.
- Waddington, C. H. (1957). *The Strategy of the Genes*. London: Allen and Unwin.
- Webster, G. i Goodwin, B. (1996). *Form and Transformation*. Cambridge: Cambridge University Press.

THEORY OF MORPHOGENETIC FIELDS

One of possible explanations of the evolutionary change principle

Summary

The theory of biological evolution is accepted today as an indisputable scientific fact by which one can explain the transformation and multiplication of all living forms as well as the inter-relation of those forms. But, there is no agreement on the principle that moves the evolutionary processes. What raises numerous objections against the theory of evolution is the stunning abundance of living forms, because, on the basis of gradual change of populations and survival of the most suitable individuals, continuity in nature was expected as well. On the contrary, in nature there is discontinuity of biological entities (species), with strictly separated insurmountable barriers without observable transitive forms. It is entirely right to ask how the species of higher variety degrees, like insects, fish, birds and mammals, have become, by procedure of gradual evolution, the mechanism of natural selection. The theory of evolution, in all its phases, sees the species as random, historical contingents of entities that come to be by long accumulation of accidental successes. In view of that, any phenotype can develop only by means of accidental mutation and natural selection: from protein toward structures and form organisms. The theory of evolution does not have an adequate answer to many questions, e. g. how is it possible that in spite of permanent accumulation of genetic changes there is a long-term preserved condition of forms and characteristics, and also how is it possible that there is independent evolution of homologous, complex structures (like the eye) among numerous, very different species? The theory of morphogenetic fields offers the answers to those questions.

Key words: *phenotype, forms, homologous structures, morphogenetic fields, mutation, natural selection, robustness, theory of evolution.*