

ZMENY ŠTÝLU MYSLENIA V SÚČASNEJ GENETIKE

ZUZANA KICZKOVÁ, Katedra marxisticko-leninskej filozofie FFUK

KICZKOVÁ, Z.: Changes in the Style of Thought in Contemporary Genetics.

Filozofia 44, 1989, No. 1, p. 44.

It is the objective of the paper to grasp and to characterize changes in the contemporary style of thought and to examine their impact upon the way of thinking in contemporary genetics. The author shows in her analysis that modern genetics, extricating itself from static, reductionist and often ahistorical views can contribute to shifts in the style of thought on its own. In the first part of the paper the author shows how conception of the genotype as the whole, hierarchically ordered, developing system establishes in the history of genetics due to the influence of the systems approach and overcoming of cybernetic way of explanation, characterized by search for invariants and genetic determinism. The paradigm „selforganization“, dominating the contemporary style of scientific thought, bringing in a dynamic view of the system, leads to several consequences relevant for genetics out of which four are analyzed by the author: complementarity of necessity and chance, of structure and function, semantic and pragmatic aspect of information, irreversibility and directedness of time.

V posledných rokoch sa v literatúre venovanej filozofickým problémom prírodných vied stále častejšie objavuje otázka štýlu vedeckého myslenia (1; 2; 3). Najčastejšie sa pod štýlom myslenia rozumie historicky vytvorený, relatívne stabilný systém princípov, resp. konkrétnym spoločenstvom vedcov všeobecne prijaté metodologické postupy. Tieto prijíma vedec ako vzor, štandard alebo návod myšlienkovvej činnosti vo vedeckej práci. Jeho normatívno-regulačná funkcia spočíva v tom, že podnecuje intuíciu vedca, určuje všeobecný smer tvorivého hľadania, „napovedá“ možné varianty nastoľovania vedeckého problému, a taktiež cesty a spôsoby jeho riešenia i interpretácie javov a procesov. V reálne fungujúcom vedeckom poznaní býva štýl myslenia, na rozdiel od metód skúmania, málokedý explicitne vyjadrený. Je to mnohovýrovňový útvar, ktorý tvorí sieť pojmov a princípov, ktoré najaktívnejšie fungujú v dominantnej vede, resp. fundamentálnych výskumoch, ďalej všeobecné pojmy a prístupy, ako aj filozofické kategórie a princípy. Treba zdôrazniť, že v každom historicky vzniknutom štýle myslenia sa filozofické kategórie rôzne interpretujú; vychádza sa z rôznych filozofických koncepcií, preto sa aj obsah aj rozsah filozofických kategórií používa rôznym spôsobom. Určitý štýl myslenia bude teda okrem mnohých iných faktorov závisieť od toho, aký systém filozofických kategórií a princípov potrebuje, prijíma a v pretransformovanej a modifikovanej podobe aj používa.

Preto zmeny štýlu vedeckého myslenia budú závisieť nielen od hlbšieho preniknutia do štruktúry skúmaného objektu, a s tým súvisiaceho zmeneného vedeckého obrazu sveta, ale aj od zvolenej konceptuálnej sústavy, dominantného postavenia určitého všeobecného prístupu. Po tomto všeobecnom úvodnom vymedzení možno položiť otázku: Aký je štýl myslenia v súčasnej genetike? Čo je preň charakteristické a k akým zmenám v ňom dochádza?

Prudký vývin genetiky je úzko spätý s nebývalým rozvojom systémových a štrukturálnych prístupov vo vede v druhej polovici 20. stor. a je všeobecnou tendenciou spojiť systémový a historický prístup do jednotného logicko-metodologického komplexu. Táto naliehavá požiadavka sa v poslednom desaťročí veľmi vypuklo sformulovala v systéme biologických vied, ale aj tu diferencovane. Je to pochopiteľné, pretože predmetom a cieľom biologických vied je skúmanie a vysvetlenie zákonitostí určitého typu organických systémov, t. j. skúmanie takých typov, ktoré historicky vznikli a vyvíjajú sa. Genetika nielenže je časťou tohto trendu, ale niekedy zohráva aj úlohu lidera.

Netreba hádam ani pripomínať, že biológia mala už v štyridsiatych rokoch takého koryfeja systémového prístupu, akým bol L. von Bertalanffy. Jeho model otvoreného systému, ktorým charakterizoval živé systémy a pojem prietokovej rovnováhy, opisujúci dôležité vlastnosti správania biologických systémov pri zachovaní dynamickej rovnováhy a zvládnutia početných nestabilit, ďaleko prekročili oblasť biológie a tvorili východisko utvárajúceho sa všeobecnometodologického smeru — systémového prístupu. Genetike taktiež nebol cudzí systémovo-štruktúrny prístup, ba práve naopak, práve ona značne vplýva na vedecké myslenie v tomto smere, a to intenzívnejšie odvtedy, keď sa v experimentoch stále viac potvrdzuje, že väčšina znakov organizmu je určovaná vzájomným pôsobením génov, že zmena jednotlivého znaku vedie prostredníctvom korelatívnych väzieb k zmene ďalších vzájomne súvisiacich znakov organizmu. Na rozšírenosť pleiotropie génov ako vyjadrenia ich vzájomnej súvislosti upozorňoval už Morgan. Význam tohto javu v evolúcii si však všimol Timofejev-Resovskij. Četverikov zavádza predstavu o genotypickom prostredí, ktoré ovplyvňuje prejav génov. Fisher pripisuje veľkú úlohu pri dominantnosti génom-modifikátorom, ktoré sú schopné zmeniť prejav jednotlivce mutantnej alely? Významný krok pre pochopenie kooperačného charakteru pôsobenia génov urobil Wright svojím chápaním kombinácií alel, ktoré utvárajú adaptívnu topografiu. Dobzhanski rozvíjal predstavu o koadaptovanom komplexe génov, ktoré vznikajú v procese evolúcie a zabezpečujú lepšiu adaptáciu. V súčasnosti v prácach Ayalu a iných sa dokazuje veľký význam regulačných génov v evolučnom procese. Ak sa pri výbere zmenia funkcie regulačných génov, môže to viesť k významnej modifikácii štruktúrnych génov, napr. mení sa úroveň aktivity fermentu bez zmeny jeho štruktúry [4, s. 383—384].

„V súčasnosti sa výmena látok chápe skôr v podobe víru biochemických reakcií než ako pokojný tok. Len prísna reglementácia a koordinácia výmenných procesov môže zabezpečiť realizáciu cieľovej biologickej funkcie. Preto adaptačný význam nemajú ani tak jednotlivé alely, ale ich asociované komplexy, ktoré sú schopné zabezpečiť vytvorenie tak morfológických štruktúr ako aj fyziologicko-biochemické procesy, ktoré majú adaptačný význam“ [4, s. 384].

Poznanie priestorovej, časovej a funkčnej koordinácie elementov genetického systému výrazne posilnilo požiadavku *chápať genotyp ako celostný, hierarchický usporiadaný, meniaci a vyvíjajúci sa systém*, ktorý je v zložito sprostredkovaných vzťahoch na všetkých organizačných úrovniach začnúc bunkou, cez organizmus, populáciu, druhy až k ekosystémom, na ktorých sa uskutočňuje výber, rôzne intenzívny a v rôznom smere.

V genetike niekedy zaznievajú aj dnes hlasy ladené karteziánskym, redukcionistickým tónom napr. v Dawkinsovej koncepcii „egoistického génu“ [7], alebo sprostredkované v sociobiológii [5; 6]. V súčasnej genetike bytostne späté s evolučnou teóriou dominuje paradigma „vzájomného pôsobenia“, podľa ktorej pre vysvetlenie zložito organizovaných, usporiadaných systémov nestačí nájsť jeden príčinný faktor resp. lineárnu kauzálnu reťaz, pretože hlavnú úlohu tu zohráva vzájomné pôsobenie mnohých elementov a vzťahov medzi nimi, ktoré utvárajú štruktúru genetických systémov.

Systémový prístup prezentovaný na úrovni štýlu vedeckého myslenia v podobe paradigmy „vzájomného pôsobenia“, prešiel v doterajšej svojej histórii určitými etapami. Spočiatku, teda v štyridsiatich rokoch sa systémové videnie sveta rozvíja a realizuje predovšetkým v kybernetike (Wiener) a vo všeobecnej teórii systémov (Bertalanffy), čo malo svoje konzekvencie. Pozornosť je zameraná na poznanie štruktúry a preskúvanie priamych a spätných väzieb prenosu informácie. V genetike úsilie „štruktúrnej školy“ (F. Crick) a „informačnej školy“ (J. Watson, G. Stent) spoločne vyústilo do epochálneho objavu molekulárnej štruktúry DNA, čím sa otvorila cesta pre ďalšie skúmanie mechanizmov odovzdávania genetickej informácie z generácie na generáciu. Aplikácia kybernetických modelov podstatným spôsobom prehĺbila poznanie regulačných procesov a v genetike zásluhou Jacoba a Monoda viedla k vytvoreniu „centrálnej dogmy“.

Je to obdobie, keď v molekulárnej genetike podľa G. Stenta [8] prevládol *fyzikálny spôsob vysvetľovanie* (jeho otcom bol Schrödinger) a *kybernetický spôsob vysvetľovania* (reprezentovaný Jacobom a Monodom). O obidvoch spôsoboch sa dá povedať, že značne inklinujú k empiricko-analytickým postupom, poznačené sú redukcionistickými tendenciami, ale čo je najdôležitejšie, sú zlučiteľné s Wienerovým chápaním živého systému ako sebazachovávajúceho sa a reprodukovajúceho sa stroja, ktorého program je daný sekvenciou nukleotidov DNA. V modifikovanej

podobe oživa „strojové videnie“ s postulátmi karteziánskej metodológie a spolu s úspešným preniknutím fyzikálno-chemických metód do poznania zvláštnych, špecifických vlastností živého formuje štýl myslenia v molekulárnej genetike. Spočíva v nasledovnom:

1. fundamentálna stratégia vedy pri analýze javov spočíva v *odhale-ní invariantov*. Takýmto invariantom je genetický kód, pretože on tvorí základ takej vlastnosti živého systému, akou je zachovať sa v stabilných formách na všetkých úrovniach existencie živého;

2. fundamentálna stratégia vyjadrovaná nielen v teoretických úvahách, ale aj v empirických postupoch, vyplynula z myšlienky o možnosti vysvetliť takú všeobecnobiologickú vlastnosť akou je účelnosť, teleonomickosť z molekulárno-genetickej úrove. Vychádzajúc z genetického determinizmu rozšíril sa názor, že bielkoviny sú elementárnymi a fundamentálnymi nositeľmi teleonomickosti; že v kybernetických vlastnostiach molekulárnych štruktúr je vložené posledné tajomstvo teleonomickosti

Obmedzenosť kybernetického spôsobu vysvetľovania živých systémov atď. (regulačný systém so späťou väzbou sa v kybernetike skúma predovšetkým ako informačný systém, ktorý reaguje na vonkajšie poruchy a impulzy, kým organický systém je taký typ otvoreného systému, ktorý smeruje k svojej vyššej organizovanosti vlastnou silou, je teda vnútorne aktívny), v ktorom sa stavia na informačnom prístupe spolu s preferovaním myšlienky prvotnosti invariantu (jedinou cestou racionálneho poznania evolúcie je poznanie genetického invariantu a chýb transkripcie) sa najvypuklejšie prejavil v Monodovej koncepcii, hlavne vtedy, keď ich automaticky prenáša na evolučnú problematiku, konkrétne na otázku vzniku, pôvodu života. V kybernetickom spôsobe vysvetľovania sa mutácia ako diskontinuálna zmena dedičného materiálu uznáva za príčinu evolúcie. Monod pritom považuje mutácie za výlučne náhodné zmeny, ktoré majú charakter „čistej náhody“, sú „nezmyslom“, zafažujúcim univerzálny genetický kód, ktorý vznikol prekrížením nezávislých kauzálnych reťazí (9). Ak príčinou evolúcie sú mutácie a tieto sú čisto náhodné, potom aj vznik života chápe Monod ako vysoko nepravdepodobnostný proces, blížiaci sa až k zázračnej náhode. Organická evolúcia je gigantická lotéria. Začala čiste náhodne a predstavuje neopakovateľný fenomén v živote vesmíru, t. j. invariant-genetický kód tajomného a nepoznaného pôvodu. Univerzum neobsahovalo v sebe ani život, ani biosféru ľudí, tvrdí Monod (9).

Názory Monoda, resp. polemika s nimi, sa stala dôležitým medzníkom v zmene štýlu myslenia v genetike alebo miernejšie, vážne rozvinula taký štýl myslenia, v ktorom dominuje redukcionizmus, hľadanie invariantov, prevaha informačných prístupov v súvislosti s účinným aplikovaním kybernetických modelov, poznávanie homeostatických štruktúr už na molekulárnej úrovni atď..

Je medzníkom aj preto, že určitým spôsobom vyprovokoval prirodovedcov nanovo si klásť otázky resp. položiť otázky nového typu, a to

zďaleka nielen v *svetonázorovej rovine* — hľadania novej aliancie človeka s prírodou, ale aj vo *všeobecno-metodologickej* — otázky determinizmu, obzvlášť vzťah náhody a nevyhnutnosti, času a smeru času, orientovanosť vývinu, fungovanie a vznik štruktúr atď., i v *špeciálnovednej* konkrétne: v posledných rokoch viedli neuspokojivé pokusy vysvetľovať pôvod života na Zemi ako vysoko nepravdepodobný výsledok náhodnej molekúlárnej kombinácie (Monod) alebo náhodnej reprodukcie prostredníctvom stereošpecifickosti (Kuhn) k hypotézam, ktoré sa opierali o autokatalytické zosilnenie a zrýchlenie procesov (Eigen, Schuster).

V prírodných vedách sa v posledných dvoch desaťročiach začína intenzívnejšie skúmať dynamika systémov, presnejšie, procesy samorganizácie a samovývoja. Pritom sa ťažisko skúmania preskupuje od zdôrazňovania štruktúry, rovnováhy, stability, prispôsobenia k zdôrazňovaniu procesov, pozitívnych spätných väzieb a destabilizácie, nerovnovážnych stavov a ireverzibility času, fluktuácií, kooperačných procesov (kolektívne typy pohybu). Prvé zoskupenie rozpracovala kybernetika a všeobecná teória systémov, prehĺbiac pochopenie regulačných procesov, pomocou ktorých sa môžu dané štruktúry stabilizovať a zachovať. Druhé zoskupenie súvisí s otázkami: Ako vzniká vyššia organizácia, zložitejšia štruktúra? Aký je mechanizmus kvalitatívnych premien, vzniku novej kvality? Ako môže vzájomná hra procesov za určitých podmienok viesť k evolúcii štruktúry? V genetike s tým korešpondujú problémy historického utvárania kódu, vzniku novej genetickej informácie, vzniku génov s novými adaptačnými vlastnosťami atď.

Možno predbežne zhrnúť. Paradigma „vzájomného pôsobenia“ prezentovaná a rozvíjaná spočiatku kybernetikou a všeobecnou teóriou systémov, sa postupne konkretizuje, prehĺbuje a formuje do *paradigmy „samoorganizácie“*, v rámci ktorej sa nástoživo kladie problém — vysvetliť mechanizmus utvárania nových usporiadanějších systémov. Aby problém samoorganizácie mohol prekročiť úzko kybernetické hranice a nadviazať kontakt s problémami vzniku a vývoja štruktúr, bolo treba v prírodovedeckom obraze sveta prekonať antinómiu dvoch rozdielnych chápaní sveta, Boltzmannove — svet by mal smerovať k stále väčšej bezštruktúrnosti a Darwinove — v priebehu evolúcie na základe prírodného výberu dochádza k utváraniu vyšších, komplikovanejších druhov. Synergetika sa pokúša položiť most medzi fyzikou a darvinizmom, hľadajúc všeobecné princípy, ktoré regulujú spolupôsobenie jednotlivých častí systému nezávisle od ich substanciálneho základu [10]. Synergetický prístup dáva vlastnú odpoveď na otázku mechanizmu samoorganizácie, jeho významu a funkcie v progresívnej evolúcii. „Výhody, prejavujúce sa v procese výberu, ktoré vznikajú z rôznych synergetických efektov, sú skutočnou príčinou ortogenetického [usmerneného] aspektu progresívnej evolúcie, t. j. vzniku zložitých, hierarchicky organizovaných systémov“ [11, s. 5]. Pôvodne nezávislé elementy, ktoré sú vytvorené doterajšími evolučnými dejinami, vystupujú do vzájomného pôsobenia, vý-

sledkom ktorého môžu byť nové adaptačné výhody, ktoré sa vzťahujú už na celú skupinu elementov, ktoré sú v nej určitým spôsobom organizované. Ako jednotka výberu vystupujú už skupiny pôvodne nezávislých elementov — buniek, organizmov, individií. E. Corning pripomína, že podobným spôsobom sa z prvopočiatočných symbiotických vzájomných pôsobení medzi mikroorganizmami vyvinuli mnohobunkové organizmy so zložitou funkcionálnou organizáciou, kde vlastnosti jednotlivých buniek sú prísne podriadené cieľom celého organizmu.

Rozhodujúci prelom nového podľa E. Jantscha dynamického pohľadu na systémy [zameraného na vznik nestabilit, význam fluktuácií a ich úlohy pri utváraní novej kvality, prechod štruktúry na iný režim] sa presadil vo vede v druhej polovici šesťdesiatych rokov teóriou disipatívnych štruktúr [12]. Jej rozpracovanie sa viaže s menom I. Prigogina a jeho bruselskej skupiny. Z hľadiska súčasného štýlu vedeckého myslenia zásadný význam má princíp utvárania usporiadanosti prostredníctvom fluktuácií [13]. Spontánne utváranie štruktúr sa viaže na tri základné podmienky: otvorenosť systému voči prostrediu, vysoká nerovnováha a autokatalýza. Tieto podmienky pripravujú možnosť vnútorného zosilnenia fluktuácií a ich konečného prelomenia prahu nestability a prechodu do jedného z minimálne dvoch dopredu neznámych režimov [12].

Presadzujúca sa paradigma *samoorganizácie*, reprezentovaná či už Prigoginovou teóriou disipatívnych štruktúr, Eigenovou teóriou autoorganizácie alebo Hakenovou synergetikou, nadobudla interdisciplinárny charakter a aplikácia jej princípov viedla k prekvapujúco realistickým popisom dynamiky ekologických, sociobiologických, sociokultúrnych a iných systémov. Nebudeme sa špeciálne zaoberať doterajšími poznatkami o tom, akú úlohu majú disipatívne štruktúry počas skutočného priebehu funkcií živých systémov, ide predovšetkým o metabolické procesy alebo o procesy v prebiotických štádiách, keď ide zase o problém pôvodu života. Konkrétnym výsledkom aplikácie princípov teórie ireverzibilných procesov je model autoreprodukujúceho sa hypercyklu [14], v ktorom M. Eigen ukazuje, ako interakcie medzi polynukleotidmi a proteínmi (medzi oboma komponentmi je určitá symbióza, pretože každý z nich ponúka to, čo iný nemá — polynukleotidy sú výbornými nosičmi informácie a proteíny sú zase dobrými katalyzátormi, a len obidve vlastnosti spolu umožňujú autoreprodukcii) za určitých podmienok vedú k utvoreniu genetického kódu, ktorý je vysoko organizovaný, dosť je stabilný voči fluktuáciám a realizuje replikáciu podľa matrice.

Vráťme sa však k pôvodnej otázke: aký vplyv má paradigma samoorganizácie na súčasný štýl vedeckého myslenia, prostredníctvom ktorého môže zasiahnuť a ovplyvniť aj spôsob uvažovania v genetike? A naopak, ako súčasná genetika, vymaňujúca sa spod statických (štatistických), redukcionistických a často nehistorických pohľadov môže sama prispieť k posunom v štýle myslenia. Nejde nám teda o aplikáciu v špe-

ciálnej oblasti, ale skôr o úvahy vo všeobecnej rovine. Tu sa ukazujú *štyri závery*, ktoré sú relevantné aj pre genetiku.

1. Paradigma samoorganizácie prekonáva absolútne protipostavenie nevyhnutnosti a náhody, teda tak absolutizáciu náhody na jednej strane, ako aj jej nedocenenie v dôsledku vypustenia náhody z prísne deterministickej postupnosti príčinnno-účinkových vzťahov. Rehabilituje význam náhody, ktorá je určovaná, vytvorená určitými pravidlami. Náhodné procesy sa nachádzajú v sieti jestvujúcich „pravidiel hry“. Podľa M. Eigena [14] v procesoch vzniku dôležitú úlohu zohráva tzv. organizujúca náhoda, teda náhoda usmerňovaná zákonmi samorganizácie.

Nejde teda o „čistú“ náhodu ako u J. Monoda [15], náhoda a nevyhnutnosť sa musia považovať za komplementárne. Z hľadiska samoorganizácie sa život nejaví ako extrémne nepravdepodobná náhoda, čo zodpovedalo redukcionistickému spôsobu uvažovania, ale mikroskopická náhoda a mikroskopická nevyhnutnosť sa chápu aj pri vzniku života ako komplementárne aspekty. Výskyt, druh a veľkosť fluktuácií (napr. mutácie ako mikroskopické odchýlky, ktoré sa nahromadia a vplývajú na makroskopické správanie) sa vo všeobecnosti považujú za náhodné. Makroskopický popis systému má na rozdiel od toho deterministický element, lebo zobrazuje, že systém ako celok je nútený prejsť do nového štruktúrno-funkcionálneho usporiadania. Toto nie je absolútne dopredu zadané, ale môže sa voliť medzi minimálne dvomi možnými štruktúrami. Fluktuácie majú teda náhodnú povahu, ale ich ďalší „osud“ už nie je výlučne náhodný. Náhoda a nevyhnutnosť vystupujú ako integrálne aspekty toho istého procesu.

2. Paradigma samoorganizácie odhaľuje ohraničenosť Shannonovho pojmu informácie pre pochopenie špecifickosti fungovania a vývoja informácie v biotických systémoch. Tento pojem nemôže vysvetliť ani význam geneticky fixovanej informácie pre zachovanie a ďalší vývoj biologického systému. Pojem informácie vypracovaný štatistickou mechanikou a vyjadrený Boltzmannom ako súvislosť entropie s množstvom informácie znamená v syntaktickej rovine priradovanie znakov, pričom sa odhliada od ich obsahu. Entropia je kvantitatívna miera nedostatku informácií o systéme. Súčasná teória informácie nedisponuje podľa M. V. Voľkenštejna [16, s. 46] metódami hodnotenia kvality informácie, avšak v biológii má práve toto rozhodujúci význam. Pri získavaní informácie z vonkajšieho prostredia ju organizmus hodnotí predovšetkým podľa kvality, zmyslu, hodnoty, obsahu. Informácia má podľa Voľkenštejna dva aspekty — kvantitu a hodnotu, ktorá je určovaná nevratnými procesmi recepcie, zapamätávania informácie. Hodnota informácie vystupuje ako stupeň neredundancie, nezameniteľnosti, možnosti ďalšej minimalizácie programu [16, s. 47—51].

Doterajšie chápanie informácie treba podľa niektorých autorov (pozri 12; 16) doplniť hodnotovými aspektmi, pripísať informácii aj sémantické a pragmatické kvality. Z pohľadu samoorganizácie sa výmena informá-

cií v živom systéme uskutočňuje v sématickom kontexte. A nielen to, informácia, ktorá sa vymieňa medzi samoorganizujúcimi sa systémami, je viac než sémantická, je aj pragmatická, to znamená, je zameraná na pôsobenie. To, či je informácia v sématickom vzťahu, sa dá spoznať úplne až vtedy, keď pôsobí. A tak sa prostredníctvom informácie dostávame k ďalšiemu záveru.

3. Paradigma samoorganizácie navodzuje myšlienku komplementarity štruktúry a funkcie, ktorá je sprostredkovaná informáciou. Funkcia je možná v organizovanej štruktúre len prostredníctvom informácie. Informácia nadobúda svoj význam len cez realizovanú funkciu. Informácia vzniká selektívnym hodnotením funkčných výkonov špecifických štruktúr. Tieto myšlienky tvoria logické jadro Eigenovho hypercyklu. Sem smeruje aj Anochinova koncepcia funkčného systému ako dynamického, samoorganizujúceho sa, činnosť ktorého smeruje na zabezpečenie užitočných výsledkov pre existenciu samotného systému. Podľa Anochina ani jedna organizácia, nech by sa skladala z akéhokoľvek množstva elementov, ktoré ju tvoria, nemôže sa nazývať samoriadiacim systémom, ak jeho fungovanie, t. j. vzájomné pôsobenie častí tejto organizácie nekončí nejakým pre systém užitočným výsledkom, a ak chýba spätná informácia do riadiaceho centra o stupni užitočnosti tohto výsledku. Základným systémovým faktorom je výsledok činnosti. Tento výsledok sa stáva predpokladom novej autoreprodukcie systému (17). Schopnosť neustále hodnotiť výsledky činnosti je charakteristická pre každý samoorganizujúci sa systém, alebo antropoeitický systém ako označujú H. Maturana a F. Varela (18) systém, ktorého funkcia je zameraná na to, aby sám seba obnovil, produkoval sám zo seba, „vedel“ (cognition), čo má importovať a čo exportovať, aby sa zachoval a neustále sebaobnovoval.

Živý systém je však takým zvláštnym typom samoorganizujúceho sa systému, ktorý má schopnosť aktívne meniť svoje prostredie. Vzťah živého systému a prostredia nie je len v prispôbovaní sa prostrediu, ale aj v koevolúcii živého systému a prostredia, ako tvrdí E. Jantsch (12) a ďalej pokračuje, že život vytvára do značnej miery vlastné podmienky pre svoju ďalšiu evolúciu. Podstatu jednotne pôsobiacej evolúcie netvorí prispôbovanie sa na dané prostredie, ale koevolúcia systému a prostredia na všetkých úrovniach.

Prostredníctvom paradigmy samoorganizácie sa teda oveľa viac zdôrazňujú spätné momenty (najmä pozitívna spätná väzba) medzi organizmom a prostredím, pozornosť sa zameriava na skúmanie odchýliek, fluktuácií od stavu rovnováhy, ich význam pri destabilizácii, narušovaní rovnovážnych stavov ako aj ich funkcia pri utváraní nových štruktúr. Takto fundovaný štýl myslenia naráža na prvky statického myslenia (preferujúceho len prispôbovanie, rovnováhu v populáciách ako výsledok pôsobenia prírodného výberu), ktorý popri evolučno-biologickom štýle myslenia obsahuje i Darwinova evolučná teória, dnes už pevne inkorporovaná do prírodovedného obrazu sveta. Jednostranné použitie princípu prí-

rodného výberu dodnes vedie k predstave o „slepej evolúcii“, ktorá vytvára každý možný nezmysel a z tejto slepej uličky sa môže dostať len zachovaním v prostredí a súťažou životaschopných jedincov. V takto pochopenej evolúcii sa nezohľadňujú nielen „horizontálne aspekty evolúcie, akými sú komunikácia, symbióza, koevolúcia (i procesy učenia a správania), ale ani to, že prostredie je podrobené evolúcii a že existuje evolúcia evolucionizujúcich mechanizmov a princípov“ [12].

4. Z paradigmy samoorganizácie vyplýva aj charakteristika času ako usmerneného, orientovaného, ale hlavne ireverzibilného faktora. B. G. Kuznecov [19] veľmi výstižne tvrdí, že pri charakterizovaní života treba oveľa viac zohľadniť to, že „v danom-momente život znamená (aspoň pre chromozómy) určitú históriu, určitý dedičný kód, určitý rozdiel nielen medzi vzájomne pôsobiacimi objektmi, ale aj medzi „skôr“ a „neskôr“. Čas tu figuruje ako nevratný, pritom v danom momente, t. je. v zmysle silnej nevratnosti“ [19, s. 198].

Živý systém je schopný uchovať svoju históriu v každom časovom momente (v „teraz“), disponovať svojou overenou skúsenosťou a súčasne obsahovať aj svoju budúcu evolúciu. Časový moment „teraz“ je akýsi priesečník minulého a budúceho. Možnosť prenášať akumulovanú skúsenosť z generácie na generáciu sa tiež historicky vytvorila, a to vznikom a rozšírením kanálu genetickej informácie, genetickej komunikácie, ktorá je viazaná na vznik genetického kódu. Tomuto predchádzal kanál ekologickej informácie, ním sa zabezpečovala horizontálnymi vzťahmi systém-prostredie existencia chemických (disipatívnych) štruktúr. Tieto boli schopné evolúcie svojej vlastnej individuality; existovala teda ontogenéza, ktorej pamäť bola obmedzená na skúsenosť získanú v priebehu jej vlastnej existencie. Až keď sa skúsenosť predchádzajúcich generácií začala odovzdávať vertikálne, pozdĺž časovej osi, začína sa fylogenéza. Toto vertikálne časové spojenie umožňuje vývoj k vyššej komplexnosti než bola v ontogenéze. Vzájomné prepojenie horizontálnej a vertikálnej dedičnosti udáva živým systémom v ich vývoji špecifický nevratný charakter.

Z uvedených štyroch záverov vyplýva, že zdôrazňovanie komplementarity náhody a nevyhnutnosti, štruktúry a funkcie, koevolúcie systému a prostredia, sématického a pragmatického aspektu informácie, ireverzibility času je výrazom takého spôsobu uvažovania, v ktorom sa akcent kladie na vysvetľovanie a pochopenie procesuálnej stránky skúmaných objektov. V štýle myslenia sa prostredníctvom pojmov samoorganizácie, autoreprodukcie, samourčenia presadzuje dynamický pohľad, ktorý je spojený v špeciálnovednej oblasti s hľadaním konkrétnych mechanizmov utvárania novej kvality, genézy (napr. historický vznik genetického kódu, utvárania novej genetickej informácie). V takomto štýle myslenia, v ktorom sa pozornosť orientuje na pochopenie jednoty rozmanitosti až protikladnosti, sa čoraz výraznejšie presadzuje jeho dialektický charakter. Pri skúmaní metodologických východísk rôznych

modelov autoreprodukcujúcich sa a samoorganizujúcich sa biologických systémov [napr. Eigenov a Schusterov model hypercyklu] by bolo možné nájsť viacero stručných bodov napríklad s koncepciou organických systémov V. Černíka [20].

LITERATÚRA

1. Naučnaja kartina mira. Logiko-gnoseologičeskij aspekt. Kijev 1983.
2. SAČKOV, J. V.: Razvitije naučnogo poznaniya i stil' myšleniya. In: Leninskaja teorija otrazheniya v svete razvitija nauki i praktiki. T. 1. Sofija 1981.
3. Dialektika v naukach o prirode i čeloveke. T. 1 Moskva 1983.
4. SAVČENKO, V. K.: Associativnyj otbor i progressivnaja evolucija. In: Žurnal obščej biologii 1987, č. 3.
5. WILSON, O.: Sociobiology. The New Synthesis. Cambridge-London 1975.
6. BARASH, D. P.: Soziobiologie und Verhalten. Berlin-Hamburg 1980.
7. DAWKINS, R.: Das egoistische Gen. Berlin-Heidelberg-New York 1978.
8. STENT, G.: That was the Molecular Biology In: Oeser, E.: System, Klassifikation, Evolution. Historische Analyse und Rekonstruktion der darwinistischen Grundlehre. Wien 1976.
9. MONOD, J.: Zufall und Notwendigkeit. München 1982.
10. HAKEN, H.: Synergetika- procesy samoorganizácie vo fyzike, chémii a biológii. In: Pokroky matematiky, fyziky a astronómie 1987, č. 32.
11. CORNING, P. A.: The Synergetism Hypothesis: A Theory of Progressive Evolution. New York 1983.
12. JANTSCH, E.: Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist. München-Wien 1979.
13. PRIGOGINE, I.: Vom Sein zum Werden. München 1979.
14. EIGEN, M.-SCHUSTER, P.: Gipercikl: principy samoorganizacii makromolekul. Moskva 1982.
15. EIGEN, M.: Vorwort zu J. Monod, Zufall und Notwendigkeit. München 1982.
16. VOLKENŠTEJN, M. V.: Teorija informacii i evolucija. In: Kibernetika živogo. Biologija i informacija. Moskva 1984.
17. ANOCHIN, P. K.: Uzlovyje voprosy teorii funkcional'nyh sistem. Moskva 1980.
18. MATURANA, H. R. — VARELA, F. J.: Autopoiesis and Cognition: The Realization of Life. London 1980.
19. KUZNECOV, B. G.: Idealy sovremennoj nauki. Moskva 1983.
20. ČERNÍK, V.: Problém zákona v marxistickej metodológii vied. Bratislava 1977.

ИЗМЕНЕНИЯ СТИЛЯ МЫШЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ГЕНЕТИКЕ

Зузана Кицкова

Автор в статье стремится постичь и охарактеризовать изменения, происходящие в современном стиле научного мышления и изучить их влияние на способ мышления в генетике. Автор анализирует то, как современная генетика, освобождаясь от статических редуccionистических и часто неисторических взглядов, сама может способствовать сдвигам в стиле мышления. В первой части статьи автор показывает, как в истории генетики под давлением системного подхода и по преодолении кибернетического способа объяснения, представленного поиском инвариантов и генетическим детерминизмом, постепенно происходит укрепление представления о генотипе как о целостной, иерархически упорядоченной, развивающейся системе. Парадигма „самоорганизации“, доминирующая в современном стиле научного мыш-

ления, которая несёт за собой динамический взгляд на систему, ведет ко многим, существенным для генетики выводам, среди которых автор анализирует четыре: комплементарность необходимости и случайности, структуры и функции, семантический и прагматический аспекты информации, необратимость и однонаправленность времени.

ÄNDERUNGEN IM DENKSTIL DER ZEITGENÖSSISCHEN GENETIK

Zuzana Kiczková

Die Studie intendiert die Erfassung und Charakterisierung von Änderungen, die im gegenwärtigen Stil des wissenschaftlichen Denkens stattfinden sowie die Untersuchung von deren Auswirkungen auf die Denkweise in der Genetik. Die Vf. analysiert, wie sich die moderne Genetik von den statischen, reduktionistischen und oft ahistorischen Anschauungen löst und selber Anstöße im Stil des Denkens liefert. Teil I zeigt, wie es in der Geschichte der Genetik sukzessive unter dem Druck des Systemzugangs sowie durch Forschung nach Invarianten und genetischen Determinismus gekennzeichneten kybernetischen Erklärungsweise, zur Festigung der Vorstellung über den Genotyp als ganzheitlichem, hierarchisch geordnetem, sich entwickelndem System kommt. Das Paradigma der „Selbstorganisation“, das im zeitgenössischen Stil der wissenschaftlichen Erkenntnis dominiert und das System dynamisch fasst, führt zu mehreren für die Genetik relevanten Schlussfolgerungen, deren vier die Vf. analysiert: Komplementarität von Notwendigkeit und Zufall, Struktur und Funktion, semantischer und pragmatischer Aspekt der Information, Irreversibilität und Orientiertheit der Zeit.