

Vladimír Rudajev: Příběh buňky. Od molekul ke vzniku života a prvním organismům

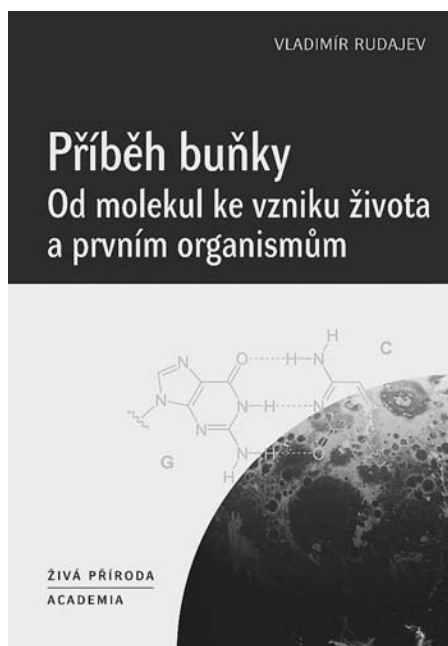
Ke knihám, které se vztahují k biologické evoluci, přibýlo na našem knižním trhu dílo českého autora Vladimíra Rudajeva. Autor přistupuje k výkladu náročného tématu „z gruntu“, počínaje prebiotickou chemií. Cílem bylo vytvořit dílo veskrze popularizační.

V první části, Život a jeho formy, jsou uvedeny charakteristiky života: reaktivita a pohyb, metabolismus, homeostaze, organizace, růst, komplexita, reprodukce. Vnímáme, že specifickou vlastností života je i jeho teleonomické, účelově-funkční chování. Život má díky genetické paměti schopnost adaptovat se na proměny prostředí. Proto v první části knihy nacházíme pojednání o podstatě biologické evoluce. Principy evoluce představují nosnou vlnu celého Příběhu.

Evoluční teorie prošly vývojem. Dříve platné paradigma, neodarwinismus (nová syntéza), spojující klasický darwinismus s mendelovskou a populační genetikou, bylo po kritice, ke které přispěli zejména Susumu Ohno, Richard Charles Lewontin, Ernst Mayr, Niles Eldredge, Stephen Jay Gould a John Maynard Smith, překryto postneodarwinistickou teorií. Ta zdůrazňuje podíl genomové dynamiky na klíčových evolučních inovacích (Ohno 1970, Dower 1986). Japonsko-americký genetik S. Ohno vysvětluje: „Kdyby byla evoluce odkázána jen na přírodní výběr, vyvinuly by se z původních bakterií zase jen další formy bakterií. Evoluce mnohobuněčných organismů by byla nemožná. Ta vyžadovala vytvoření nových genových lokusů. Jen gen zmnožený ve více kopiích se může vymanit z přírodního výběru, akumulovat jinak zakázané mutace a vytvořit nový lokus s novými funkcemi“. Vznikl i nový koncept „evo-devo“ (Raff a Kaufman 1983, Raff 1996, Arthur 2004), odvozený z poznatku o evoluci ontogenetického vývoje.

Dnes je sice darwinovská evoluce většinou přijímána jako fakt, ale vznik smysluplné genetické informace se stále zdá být nadpřirozenou událostí (Tresmontant 1993). Manfred Eigen (1981, 1993) nás přesvědčuje o opaku. Podle jeho teorie genetická informace i její sémantika povstala rozvojem sebe sama ve zpětnovazebních smyčkách replikace a selekce. Podobně uvažuje i Gerald Francis Joyce (2012). Co by k tomu dodal náš autor?

Zde jedna formální poznámka. Čeští autoři i překladatelé mají problém s výběrem ekvivalentu pro slovo „natural“. Tak je v českém písemnictví darwinovský výběr jednou přirozený, jindy přírodní. V Rudajev se rozhodl pro přirozenost evolučního procesu. Mně se biologická evoluce jeví jako fenomén přírodní, neobsahující žádnou inherentní přirozenou vlastnost. Logicko-jazykozpytný problém českého ekvivalentu by mohl být tématem pro jazykový koutek Živý.



Další část knihy obsahuje kapitoly Organické molekuly a prostředí, Původ biomolekul, Membrány a metabolismus, Transmembránové proteiny a evoluce membrán, Gradienty iontů a výroba ATP, Energetika, Transport a signalizace. Autor zdůrazňuje význam membránových systémů pro vznik protobuněk a stabilizaci metabolických cyklů. Poučíme se o vzniku Země a kosmických zdrojích organického materiálu.

V kapitolách RNA, Genetický kód, Eukaryota, Jádro a DNA autor zvažuje, co bylo na počátku, zda protometabolismus generující nukleotidové kofaktory, tedy budoucí prekurzory RNA, nebo svět RNA a z něj vyořivší se proteosyntéza. Proti prioritě autokatalytických metabolizujících cyklů svědčí jejich nestabilita. Naopak popularita hypotézy o evoluční prioritě RNA plyne ze skutečnosti, že určité konformace její molekuly mohou vykazovat katalytické funkce. Objevuje se však problém původu prekurzorů RNA.

Svět RNA, navržený v r. 1986 Walterem Gilbertem jako autonomní svět bez proteinů, stojí a padá se skutečností, že pro vznik molekul RNA musejí být k dispozici aktivované purinové i pyrimidinové prekurzory ve vhodném poměru a koncentraci, přítomné v tomtéž reakčním místě. Leč podmínky pro vznik purinů a pyrimidinů jsou odlišné. Rovněž efektivní produkce nukleosidů a nukleotidů je bez účinných proteinových katalyzátorů těžko představitelná. V Rudajev uvádí práci chemiků z Manchesterké univerzity, která demonstruje možnost přímé syntézy cyklického cytidin-monofosfátu z jednoduchých výchozích látek. Vzhledem ke snadné konverzi cytosinu v uracyl lze tuto cestu považovat za cestu k pyrimidinovým nukleotidům.

V knize najdeme reprodukci reakčního schématu – nejde o lineární posloupnost reakcí, ale o jejich síť se zpětnovazebními vztahy a slepými cestami.

Evoluce proteosyntézy je cestou od neinstruované polymerace aminokyselin v nahodile katalytické peptidy přes prvotní „operační“ kód s budoucími kodony-antikodony až k dnešnímu translačnímu komplexu a tripletovému genetickému kódu. Zatímco odpověď na otázku, co bylo dříve, zda autokatalytický protometabolismus, nebo svět RNA, zůstává nerozhodnuta, evoluci proteosyntézy lze rekonstruovat analýzou struktury jejích složek a sekvencí příslušných genů. Můžeme tak rekonstruovat archetypální vzory transferové RNA (tRNA), odhalit vztah mezi akceptorovou částí a antikodonovou smyčkou tRNA, původ tripletového kódu i společný původ dnešních dvou typů aminoacyl-tRNA-syntetáz. Touto cestou se vydali Sergej a Andrej Rodinovi a S. Ohno (1996, 1997). V jejich pracích (které V. Rudajev neuvádí) byl předložen prozatím nepřekonaný model koevoluce základních složek dnešní proteosyntézy. Na základní model dále navazuje řada dalších badatelů (např. Rudajevem citovaný Koichiro Tamura). V této souvislosti nemohu opomenout ani studii Ch. W. Cartera a kol. (2014).

Cesta ke světu DNA a dále k pokročilým biologickým formám předpokládá rozvinutou proteosyntézu. Všechny evoluční trajektorie založené na informaci v DNA vyžadují metabolismus produkující deoxyribonukleotidové prekurzory – a tedy i existenci příslušných enzymů, ribonukleotid-reduktáz a tymidylátsyntetáz. Převažuje názor, že toto je pravděpodobný scénář, i když jiné alternativní cesty jsou též zvažovány. Jak mohl svět RNA předvídat potřebu a logickou souslednost tak sofistikovaných katalyzátorů? Jako v mnoha podobných případech šlo patrně o adopci jinak zaměřených proteinů.

V poslední části knihy je pojednáno o evoluci membránových systémů, které umožnily vznik protobuněk i buněk v dnešní podobě, o symbiogenetickém původu eukaryot a evoluci buněčných funkcí. Nemohu souhlasit s autorem, že „co v evoluci živého pozorujeme zcela nezpochybnitelně, je postupný a plynulý nárůst složitosti a uspořádanosti živých struktur“; nesouhlas by asi vyjádřili i N. Eldredge a S. J. Gould (1972).

O biologické komplexitě se autor zmiňuje na různých místech. Vše zahrnující definici komplexity sice nemáme, bylo však vhodné uvést v souhrnu alespoň charakteristiky jejich úrovní (viz např. Szathmáry a kol. 2001). Z podstaty evoluce neplyne, že by měla komplexita živých forem vzrůstat. S. J. Gould (1994) upozorňuje, že vysoce komplexní formy představují jen nepatrný podíl biodiverzity. Jaký je původ biologické komplexity? Je výsledkem nahodilých, nevrátných genetických fluktuací a jejich nečekaným, relativně vzácným produktem, nebo je vzrůst komplexity přece jen zákonitým procesem, jak si to představují Karl Raimund Popper a Konrad Lorenz (1997)?

Některým čtenářům bude chybět pokračování Příběhu směrem ke stále pokročilejším živým formám. Příběh totiž končí

u eukaryotické buňky a několika marginálních pojednání o mnohobuněčnosti. Evoluce směřující ke komplexitě přešla na novou úroveň: došlo k emergenci epigenetických a strukturálních kódů a vzniku klonální buněčné paměti s počátky ontogenetického vývoje. O těch se však v knize nic nedovíme. Ani o tom, že ontogeneze nabídla evoluci nové perspektivy; výše zmíněný koncept „evo-devo“ předpokládá, že změny v kanalizaci embryonálního vývoje mohou ovlivnit evoluci účinněji než

relativní změny frekvencí alel a mohou být přinejmenším stejně významné jako přírodní výběr. Vynořuje se i „Lamarckův duch“ v přesvědčení, že mezi epigenetickými projevy a evolucí existují příčinné vztahy (viz např. Jablonka 1989, 1995 a 2009, Richards 2006).

Je možné, že Vladimír Rudajev v příštích vydáních své knihy omezí informace snadno dostupné v učebnicích biochemie a biofyziky ve prospěch některé z mých připomínek.

V každém případě však jeho knihu doporučuji jako dílo inspirativní, v české populárně-vědecké literatuře průkopnické. Čtenáře si dovoluji upozornit, že představy, hypotézy a koncepty, se kterými se v tomto a v podobných příbězích setká, jsou nevyhnutelně spekulativní.

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

Academia, Praha 2022, 492 str.
Doporučená cena 550 Kč

Petr Pokorný

RECENZE

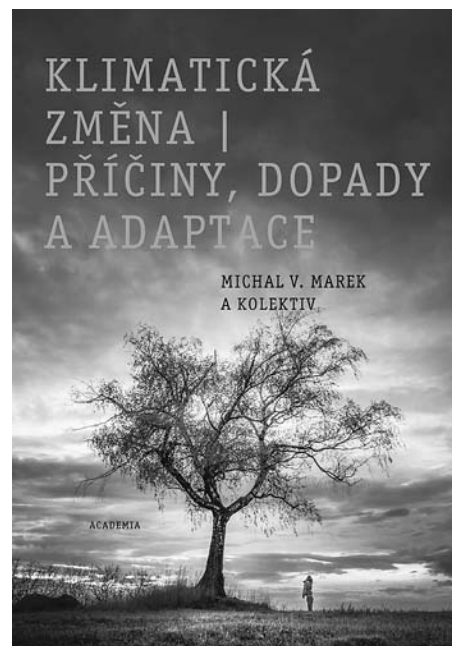
Michal V. Marek a kol.: Klimatická změna. Příčiny, dopady a adaptace

Mnoho lidí se z nějakého důvodu domnívá, že svět míří mílovými kroky k záhubě. Björn Lomborg v proslulém a kontroverzním Skeptickém ekologovi (v českém překladu vyšlo v r. 2006) takový postoj nazývá „Litanií“. Jednu z typických figur současné Litanie nedávno předvedl generální tajemník Organizace spojených národů António Guterres, když v egyptském letovisku Šarm aš-Šajch promlouval o tom, že „míříme do klimatického pekla“. Bylo to během zahajovacího projevu k účastníkům klimatické konference COP27 (7. listopadu 2022). Tak moc jsme si na podobné řeči zvykli, že už nám mohou připadat veskrze rozumné a správné, někdy třeba i banální. Vždyť stejnou apokalyptickou rétorikou podepírají svou vlastní agendu zástupci vědců, novinářů, politiků, nejrůznějších „celebrit“, zástupců „klimaticky uvědomělých“ firem a start-upů a též většina klimatických aktivistů.

Kolektiv autorů recenzované knihy na podobnou rétoriku našťestí „nenaskakuje“. Rozhodl se, po mém soudu velmi správně, raději sepsat pokročilou učebnici postavenou především na objektivně orientované prezentaci dat. Často jde o původní data vlastní provenience, což jednoznačně přidává dílu na hodnotě a originalitě. Za klíčové slovo z titulu knihy můžeme po jejím prostudování pokládat termín adaptace (ve smyslu přizpůsobení se změně), v protikladu k mitigaci (ve smyslu boje – všimněme si příznačného válečného termínu – proti příčinám těchto změn). Cílem tu tedy není záchrana světa propadajícího peklu, ale snaha strážlivě analyzovat aktuální situaci konkrétně v České republice a tu a tam navrhnout možná adaptační řešení pro naše domácí podmínky. Největší výjimku z právě popsaného přístupu představuje závěrečná kapitola z pera Tomáše Daňka a Luboše Slovákova o antropocénu. Ale i zde o výjimku veskrze světlou, protože tu nacházíme skutečně vyvážený přehled pohybující se na výši současného antropocenního myšlení. Celkově vzato je tedy étos celého díla strážlivý a neaktivistický. Pro mne osobně je to velice příjemné překvapení.

Jako paleoekolog pokládám za cennou kapitolu o historickém vývoji klimatu v ČR, sepsanou Petrem Dobrovolným, Rudolfem Brázdilem a Petrem Štěpánkem. Autoři se tu opět zdrželi dalekosáhlých závěrů a ideologicky motivovaných hodnocení a nechají promlouvat naměřená (instrumentální) klimatická data i nepřímá (proxy-) data paleoklimatická. Přemýšlivý čtenář si sám vyvodí závěry, jak si současná fáze globálního oteplování stojí ve srovnání s minulostí na nejrůznějších škálách od postglaciální (řádově tisíce až desetitisíce let) až po nejjemnější, dekadickou škálu (řádově desítky let). Nepředpojatý čtenář tu nakonec může najít kýžený lék (pokud o něj stojí) na zádumčivé nálady apokalyptického ražení, protože s vysokou pravděpodobností zjistí, že leccos srovnatelného už tady v minulosti bylo, a svět tím prokazatelně neskončil. I když je tady na místě minimálně trojí relativizace.

Zaprve se dějiny opakují jen do omezené míry, protože minulé společnosti stály na velice odlišných materiálních, a také demografických, základech. Zadruhé lze docela dobře doložit, a autoři citované historické kapitoly to skutečně dokládají, že klimatické změny minulosti stavěly společnosti před nemalé výzvy – přičemž fáze klimatického ochlazování měly zpravidla drtivější dopady než protiběžné fáze oteplovací. Což je logické vzhledem k „malthusiánským“ pastem spojeným se zajišťováním potravinové báze, protože „zelené“ revoluce v zemědělství měly teprve přijít. Zatřetí je současné globální oteplování poprvé v dějinách do jisté míry způsobeno samotnou lidskou činností, totiž průběžným (a stále akcelerujícím) uvolňováním skleníkových plynů původem z fosilních uhlíkových zásobníků. Slovní spojení „do jisté míry“ jsem v předchozí větě použil zcela záměrně, protože o míře tohoto konkrétního vlivu se ve vědecké literatuře neustále vedou spory. A ne že ne, i když hlavní proud tu drtivě převažuje, což je logické, protože jinak by nebyl hlavním proudem. (Science is not settled at all – abych tu v převráceném gardu parafrázoval oblíbenou, ale ve svém



jádro absurdní poznámku hlasatelů klimatické apokalypsy na adresu vědy.)

Je skvělé, že se editor rozhodl zařadit do kolektivní monografie také kapitolu o klimatických specifikách měst (Zdeňka Žaluda a kol.) a zpracovanou kapitolu o půdách (autorů Jaroslava Záhory a kol.). Druhá zmíněná kapitola, která se věnuje nejen vlivu současné klimatické změny, ale třeba i vlivu emisí oxidů dusíku na půdní biotu nebo vlivu industriálního zemědělství na půdní strukturu, dobře ilustruje jednu ze zdánlivě samozřejmých, a přitom velice důležitých tezí celé knihy. Totiž že klimatická změna je pouze jedním z dílčích aspektů mnohem rozsáhlejší změny globální. V přítomné době vrcholného antropocénu se mění snad úplně všechno a tato dynamika zatím ani zdaleka nedosahuje pomyslného inflexního bodu, kdy by se alespoň některé složky globálního systému (složeného z nezměrného množství lokálních dynamik) začaly stabilizovat.

Lidé si zjevně mysleli v každé době, že právě ta jejich je nějakým způsobem přelomová. Nenechme se ale mást perspektivou. Kolektivní monografie editovaná Michalem V. Markem je nicméně přesvědčivou ilustrací toho, že právě dnes prožíváme jedno z velice dynamických a nepochybně i krizových období společných dějin přírody a lidí. Celá kniha proto rozhodně stojí za pečlivé studium.

Academia, Praha 2022, 368 str.
Doporučená cena 565 Kč