

by (např. městským plánováním, strategiemi zaměřenými na neformální osídlení a tvorbu pracovních příležitostí, legalizací majetkových práv atd.). Důležité je také věnovat pozornost vztahu mezi městem a venkovem a venkovu samotnému. Nelze zapomínat na

skutečnost, že velká část migrantů neodchází dobrovolně. Spíše než jednostranné podněcování urbanizace je tedy na místě podpora venkova – snaha o mobilizaci vnitřního potenciálu a vytváření alternativních možností obživy. ∞

Když je neadaptabilita **adaptivní**

aneb Co nám mohou povědět dnešní modely evoluce o vzniku sexuality

JAN
TOMAN

Darwinův rok máme úspěšně za sebou, můžeme se vrátit na ramena velikánů a pokračovat v odhalování tajů evoluce. Mohlo by se zdát, že většinu otázek zodpověděl již Darwin, spojení s genetikou jeho teorii jen posílilo a vědci druhé poloviny 20. století pouze dopilovali poslední detaily. Spíš opak je ale pravdou. Stále objevujeme další nejasnosti a vidíme, že problém je mnohem složitější.

U dvou domén života na Zemi (archaea a eubacteria, dohromady prokaryota) může evoluce probíhat postupným a plynulým hromaděním změn, tedy gradualisticky. Druhy jsou neustále „plastické“, jak si představoval Darwin a jak nás učili na střední škole. U třetí a poslední domény (eukaryota, *de facto* vše živé kromě „bakterií“) to však zřejmě neplatí. Mnohé nasvědčuje tomu, že eukaryotní druhy podléhají selekci jen krátký čas při svém vzniku. Evoluce zde má puntuacionalistický charakter, postupuje v jakýchsi skocích a po zbytek času je druh ve svých vlastnostech spíš „elastický“. Jinými slovy, na selekční tlak reaguje sice rychle, ale jen dočasně, a po jeho skončení se vrací do původního stavu. Důvodem pro tento jev je s největší pravděpodobností existence pohlavního rozmnožování.¹

Jak je možné, že eukaryotické, pohlavně se rozmnožující druhy dosáhly takového úspěchu i přes tuto zjevnou nevýhodu? Vždyť již dávno víme, že nepohlavní rozmnožování je dvojnásobně rychlé oproti pohlavnímu. Navíc je zde mnoho překážek druhotných, kupříkladu nutnost vyhledávání partnera spojená s rizikem parazitace či predace. Ani z pohledu druhu to není lepší: Jakou výhodu by přinášela neschopnost podvolit se po většinu doby své existence selekci? Jak to, že pohlavnost nevymizela jako nějaký nepovedený evoluční experiment?

Biologové navrhli řadu hypotéz. Když pomíneme evoluční past nebo působení parazitů, zbývá řada více méně sluchitelných modelů od nutnosti oprav mutací přes udržení variability či diploidie až po omezení kompetice potomků. Tyto modely mají bohužel jednu výraznou vadu. Pro udržení sexuality jsou nepochybně příznivé, ale na první

pohledu jaksí druhotné. Něco ve stylu tvrzení „počítače nám pomáhají řešit problémy, které bychom bez počítačů neměli“. Projeví se až po vzniku pohlavního rozmnožování a je otázkou, zda by mohly být příčinou jeho vzniku.

Tajemství úsvitu pohlavního rozmnožování nám však může podhalit pohled z pozice puntuacionálního. Je možné, aby neschopnost podvolovat se selekčnímu tlaku byla výhodná? Jistě – v prostředí s množstvím krátkodobých či cyklických změn. Zde mají pohlavní druhy nezanedbatelnou výhodu. Nejenže se „slepě nevrhají“ do změn při krátkodobých výkyvech prostředí, ale navíc si udržují daleko větší zásobu genetické variability. Tento pohled nám nabídl již G. C. Williams a z poněkud jiného úhlu i J. Maynard Smith v hypotéze Božích mlýnů.

Kde se takové proměnlivé prostředí nachází? Právě že všude kolem nás. Doslova na každém kroku narážíme na cyklické změny denního, sezonního či delšího rázu. K této proměnlivosti musíme připočítat i biotické vztahy a vazby, jež jsou podle některých autorů nejvýznamnějším selekčním faktorem. Oceán a zemský povrch se najednou jeví jako velice nehostinná místa a eukaryotické druhy přizpůsobené právě jim. V tomto prostředí je důležitější, jak rychle se organismy dokážou přizpůsobit, ne jak dobře; takže elasticita (tj. schopnost rychlých a zároveň vratných odpovědí na selekční tlaky) je zde přínosem, nikoli nevýhodou.

Máme pro tyto domněnky nějaké doklady? Snad ano. Takzvané extremofilní organismy (přizpůsobené vysokým či nízkým teplotám, extrémní salinitě, kyselosti či zásaditosti, endolitickému životu atd. – viz např. Vesmír 79, 253, 2000/5) jsou převážně prokaryota. „Extrémní prostředí“, v nichž žijí, jsou však extrémní jen z našeho pohledu. Ve skutečnosti jsou to možná oázy klidu v okolním rozbouřeném světě. Záleží v nich na tom, jak dobře se organismus dokáže přizpůsobit, a to právě plastické nepohlavní prokaryotické druhy dokážou lépe než elastické pohlavní druhy eukaryot. Eubakterie se samozřejmě vyskytují i jinde, vždy

1) Případný zájemce se může dozvědět více o příslušných modelech *genetické revoluce* E. Mayra, *genetické transilience* A. Templetona a *zamrzlé plasticity* J. Flegra například v knize *Zamrzlá evoluce* (Academia, 2008) nebo v *Biology Direct* 5, 2, 2010. Puntuacionalistická evoluce má silnou podporu zejména v paleontologii, kde také byla poprvé pozorována (N. Eldredge a S. J. Gould).

2) Zajímavou polemiku s touto hypotézou napsal J. Lhotský (Vesmír 89, 53, 2010/1). Uvědomme si však, že (1) LUCA (poslední společný předek všeho života na Zemi) s velkou pravděpodobností nebyl první živý organismus, pouze poslední společný předek všech tří domén, a že (2) v litosféře je jistě mnoho zón s rozdílnými teplotami, takže život nemusel vzniknout v hypertermofilním prostředí. Stačila by „příjemně teplá“ oblast.

Jan Toman (*1988) studuje ekologickou a evoluční biologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Nyní se zabývá převážně studiem, v budoucnu by se rád věnoval (nejen) evoluční biologii.

ale v roli R-stratégů schopných rychle a často přechodně využívat narušené prostředí; avšak nedokážou jinak oponovat eukaryotům v jejich stabilním „domovském prostředí“. Nejstálejším habitatem je zemská litosféra, která je z hlediska života bohužel téměř neprobádaná. Přesto víme, že se v ní eukaryota téměř nevyskytují. Život je tam přítomen v podobě rozsáhlých prokaryotických ekosystémů s téměř zanedbatelnou diverzitou. Není se čemu divit, evoluční elasticita je výhodná v nestálém prostředí, nikoli v prostředí takto klidném. Ještě hůře na tom jsme s průzkumem míst typu antarktických ledových jezer (Vesmír 79, 323, 2000/6). Přesto se zdá, že také v nich dominují prokaryotické organismy. Pěkným dokladem pro naši hypotézu by byl objev většího zastoupení druhotně nepohlavních eukaryot v podob-

ném prostředí. To však zatím zřejmě nikdo nezkoumal.

S trochou nadsázky lze říct, že eukaryota jsou extremofilové nestálého prostředí a sexualita skvělou adaptací na něj. To vše velmi nahrává hypotézám okolo *hluboké horské biosféry* Thomase Golda, které umísťují původ života hluboko do litosféry.² Pokud by se to potvrdilo, můžeme očekávat zajímavé důsledky. Například život na jiných planetách by mohl být častější, než bychom čekali. Projevoval by se však nejběžněji v podobě poněkud nudných pseudoprokaryot. Zůstává otázka, nakolik jedinečný je vznik sexuality a zda je podmíněn jen nestálostí prostředí. Zmíněné domněnky mohou působit velmi přitažlivě. Musíme však mít na paměti, že bez dalšího výzkumu pouhými domněnkami i zůstanou.



Zrození a dospívání forenzní genetiky

Forenzní – aplikace vědy pro vyřešení otázek spojených s právním systémem

Forenzní genetiky se narodila v pondělí 10. září 1984 v DNA laboratoři na University of Leicester, kdy se k otcovství veřejně přiznal Dr. Alec Jeffreys. Toto novorozeně s iniciálami F. G. se mělo poměrně slušně k světu. Nejprve pomohlo určit identitu chlapce z Ghany, již v roce 1986 se mu podařilo vyřešit pomocí analýzy DNA vraždu dvou mladých dívek v hrabství Leicestershire, v roce 1992 si troufalo i na identifikaci ostatků nacistického vraha Josefa Mengeleho a začalo na poli identifikace biologického materiálu porážet do té doby vládnoucí sérologii.

Díky těmto úspěchům si forenzní genetiky našla hrstku adoptivních rodičů, kdy tím prvním československým byl pan docent Vladimír Ferák z Komenského univerzity v Bratislavě. Tato hrstka osob v různých státech pak začala mladou dívku F. G. vychovávat a učít ji, že si musí velmi dobře vybírat, s kým se bude kamarádit a přátelit, protože i ve forenzní genetice platí feynmanovské rčení: *Každému vědci je dán klíč k bráně nebes; tentýž klíč otevírá i brány pekla.* A stejně tak platí, že vědecké poznatky jsou souborem tvrzení pronesených s různým stupněm nejistoty – některá tvrzení jsou naprosto nejistá, některá skoro jistá, ale žádná nejsou jistá *absolutně*. Proto není divu, že jen co bylo děvče F. G. školou povinné, sešla se část jejich vychovatelů a stanovila první sadu doporučení a pravidel, podle kterých se má chovat.

Postupem času doporučení, návody a omezení přibývalo, a to i díky tomu, že slečna F. G. byla občas trochu promiskuitní a dala i tomu, kdo tím feynmanovským klíčem odemýkal především sídlo pekelníků. Někde to bohužel došlo tak daleko, že slečna F. G. násilím nutili k prostituci, a pak se již jednalo o tra-

gédie nevině odsouzených osob na základě špatně aplikované vědy. Jelikož se na řadě míst ukázalo, že vědecká obec nemá potřebnou sílu k regulaci a ochraně oboru identifičnické genetiky, začaly jednotlivé státy tuto oblast regulovat legislativně a na svět přišly první DNA zákony.

V České republice bohužel stále chybí zákon, který by přímo reguloval oblast identifičnické genetiky, provoz biobank či DNA databázi. Provozování „paternitní“ laboratoře se tak může bez problémů ujmout i traktorista Venca, protože mu stačí jen živnostenský list, popřípadě o směřování české identifičnické genetiky rozhodují „absolventi Vysoké školy SNB“, kteří za svůj život v laboratoři neodpracovali ani minutu a s biologií se naposled setkali na základní škole, když drezírovali nálevníky v seném nálevu. A některá prohlášení těchto kormidelníků jako by byla citací Lysenka a Lepešínské.

Já sám jsem začal volat po vytvoření zákona o DNA již v roce 2005, kdy jsem se vrátil ze zahraniční mise a opojen dojmem, že správné věci mají všude zelenou, jsem se pustil do agitace a konzultací o tímto problému a v médiích jsem často upozorňoval, že nám zákon chybí. Největší poprask ale způsobil řízený únik dokumentu shrnujícího základní myšlenky zákonné regulace tohoto oboru. V tu chvíli celá řada „genetiků“ zjistila, že by je zavedení pořádku ve formě zákona pořádně ohrozilo, a tak mi začali velmi sofistikovaně házet klacky pod nohy. Naštěstí mi mnoho osob pomohlo tyto náletové dřeviny odklízet a v dnešní době jsou hotové teze k českému zákonu regulujícímu oblast DNA identifičnické a nakládání s genetickým materiálem a informacemi z něho odvozenými. Z pohledu identifičnické genetiky by tato legislativní regulace velmi výraz-

ně komplikovala činnost „genetickým traktoristům“, protože povinná akreditace dle ISO 17025 (norma pro zkušební a kalibrační laboratoře), absolvování nezávislých mezinárodních porovnávacích zkoušek, nepodkročitelné požadavky na vzdělání a praxi u osob pracujících v laboratoři, povinné uchovávání zpracovávaných vzorků a primární data analýz pro účely případné opakované analýzy nezávislým znalcem nebo institucí a výkon státního dozoru nad touto oblastí by zcela určitě zvedly kvalitu a věrohodnost výstupů. Kromě forenzní genetiky by měl zákon stanovit i mantinely nejen pro klasickou lékařskou genetiky, genetickou genealogii, prediktivní genetiky, ale třeba i pro archeogenetiku, kde je v současné době možné v určitém smyslu porušit zákon i tím, že zpracují DNA izolovanou z kostí neolitických zemědělců, ale nemám jejich informovaný souhlas ve smyslu §9 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů. Naštěstí právě Úřad pro ochranu osobních údajů inicioval v roce 2009 uspořádání semináře k této problematice v Senátu Parlamentu České republiky a následně ÚOOU převzal záštitu nad prací expertní skupiny, která vytvořila současnou podobu tezí zákona o DNA.

Já mohu jen doufat, že zákon nakonec spatří světlo světa a mladá dáma F. G. bude jednou provždy vyrvána ze spárů pasáků a bude naplňovat očekávání sira Jeffreyse. V následujících glosách se pokusím probrat jednotlivá „omezení“, která připravovaný zákon přinese, a tím se, jak doufám, otevře možnost souběžné diskuse o zákonu o DNA mezi odborníky z řad právníků, genetiků, lékařů a filosofů i mezi laickou veřejností.

Daniel Vaněk