

GENIÁLNÍ OMYLY

OD DARWINA K EINSTEINOVÍ

Mario Livio

GENIÁLNÍ OMYLY

OD DARWINA K EINSTEINOVÍ

Mario Livio

 **CPRESS**

Brno
2014

Geniální omyly

Od Darwina k Einsteinovi

Mario Livio

Překlad: Eva Kadlecová

Jazyková korektura: Michal Bečvář

Odborná korektura: Radek Chajda

Obálka: Pavel Václav Vaščák

Odpovědný redaktor: Dalibor Kumor

Technický redaktor: Radek Střecha

Copyright © 2013 by Mario Livio

Originally published by Simon & Schuster, Inc.

Autorizovaný překlad z originálního anglického vydání Brilliant blunders: from Darwin to Einstein – colossal mistakes by great scientists that changed our understanding of life and the universe

Translation © Eva Kadlecová, 2014

Objednávky knih:

www.albatrosmedia.cz

eshop@albatrosmedia.cz

bezplatná linka 800 555 513

ISBN 978-80-264-0289-3

Vydalo nakladatelství CPress v Brně roku 2014 ve společnosti Albatros Media a. s. se sídlem Na Pankráci 30, Praha 4. Číslo publikace 18302.

© Albatros Media a. s., 2014. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného souhlasu vydavatele.

1. vydání

**ALBATROS** MEDIA a.s.

pro Nogu a Danielle

OBSAH

Předmluva	9
1. Chyby a omyly	12
2. Původ	18
3. Sám ten zeměkruh a vše, co chová v sobě, pojde s ním	42
4. Jak stará je Země?	65
5. Jistota je obecně vzato iluzí	89
6. Vykladač života	108
7. Čí DNA to tedy vlastně je?	141
8. V jako Velký třesk	162
9. Navěky stejný?	189
10. „Největší omyl“	226
11. Z prázdného prostoru	251
12. Dovětek	273
Poznámky	276
Bibliografie	316
Poděkování	345
Rejstřík	347

PŘEDMLUVA

Po celou dobu mé práce na této knize se mě často někdo ptal, o čem ta kniha vlastně bude. Časem jsem se naučil standardní odpověď: „Je to o omylech a kiksech – a *není* to autobiografie!“ Výsledkem bylo pár úsměvů a příležitostná pochvala: „To je zajímavý nápad.“ Můj cíl byl jednoduchý: napravit dojem, že zásadním vědeckým objevům předcházely čistě příběhy úspěchu. Skutečnost je taková, že nic nemůže být vzdálenější pravdě. Nejenže cesta k triumfům je dlážděná hrubými omyly, ale čím větší triumf je, tím větší je potenciální omyl.

Immanuel Kant, velký německý filosof, napsal slavnou větu: „Dvě věci naplňují mou mysl stále novým, a o to větším obdivem a úctou, čím častěji a ustavičněji o nich uvažuji: *hvězdné nebe nad hlavou a mravní zákon ve mně.*“ Za čas, který uplynul od publikace jeho *Kritiky čistého rozumu* (1788), jsme dosáhli působivého pokroku v porozumění tomu prvně jmenovanému, a pokroku podstatně menšího, podle mého skromného názoru, co se týče objasnění toho druhého. Evidentně je daleko složitější, aby se život či mysl staly srozumitelnými sobě samým. Nicméně vědy o životě obecně – a konkrétně výzkum fungování lidského mozku – skutečně nabraly na rychlosti. Díky tomu už není tak zcela nepředstavitelné, že jednoho dne dokonce plně porozumíme tomu, proč evoluce zkonstruovala vědomě vnímající druh.

I když se tato kniha zabývá některými pozoruhodnými snahami o rozřešení hádanky života a vesmíru, zajímá se spíše o cestu než o její cíl. Pokoušel jsem se soustředit na myšlenkové procesy a překážky na cestě k objevům spíše než na objevy samotné.

V mé práci mi pomáhalo mnoho lidí, někteří dokonce nevědomky. Steve Mojszis a Reika Yokochi si zaslouží můj vděk za diskuse na témata spojená

GENIÁLNÍ OMYLY

s geologií. Děkuji Jacku Dunitzovi, Horaci Freeland Judsonovi, Mattu Meselsonovi, Evangelosu Moudrianakisovi, Alexu Richovi, Jacku Szostakovi a Jimu Watsonovi za rozmluvy o chemii, biologii a konkrétně o práci Linuse Paulinga. Jsem zavázán Peteru Eggletonovi, Johnu Faulknerovi, Geoffreymu Hoylovi, Jayantu Narlikarovi a lordu Martinu Reesovi za užitečné diskuse o astrofyzice a kosmologii i o práci Freda Hoyla.

Rád bych také vyjádřil svůj vděk všem lidem, kteří mi poskytli cenné materiály pro tuto knihu, zvláště těmto: Adamu Perkinsovi a osazenstvu Knihovny Cambridge University za materiály o Darwinovi a lordu Kelvinovi; Marku Hurnovi z Astronomického institutu v Cambridgi za materiály o lordu Kelvinovi a Fredu Hoylovi; Amandě Smithové z Astronomického institutu v Cambridgi za materiály o Fredu Hoylovi a za zpracování fotografií souvisejících s Watsonem a Crickem; Cliffordu Meadovi a Chrisu Petersenovi z Oddělení zvláštních sbírek Oregonské státní univerzity za materiály o Linusu Paulingovi; Lomě Karklinsové z Caltech Archives za materiál o Linusu Paulingovi; Sarah Brooksové z Nature Publishing Group za materiál o Rosalindě Franklinové; Bobu Carswellovi a Peteru Hingleymu za materiály o Georgesu Lemaîtreovi z Královské astronomické společnosti; Liliane Moensové z Archivů Georgese Lemaîtrea za materiály o Georgesu Lemaîtreovi; Kathryn McKee ze St. John's College v Cambridgi za materiály o Fredu Hoylovi; a Barbaře Wolffové z Archivů Alberta Einsteina, Dianě Kormos Buchwaldové z Einstein Papers Project, Danielu Kennefickovi z Arkansaské univerzity, Michaelu Simonsonovi z Institutu Lea Baecka, Christine Lutzové z Princetonské univerzity a Christine Di Bella z Institutu pokročilých studií za materiály o Einsteinovi.

Zvláštní poděkování dlužím Jillu Lagerstromovi, Elizabeth Fraserové a Amy Gonigamové ze Space Telescope Science Institute a personálu knihovny University Johnse Hopkinse za jejich nepřetržitou bibliografickou podporu. Jsem vděčný Sharon Toolanové za její profesionální pomoc při přípravě rukopisu k tisku, Pam Jeffriesové za zručné nakreslení některých obrázků a Zaku Concannonovi za vyčištění některých obrázků. Mým nejtrpělivějším spojencem a mou největší oporou byla jako vždy má žena Sofie.

PŘEDMLUVA

A nakonec děkuji své agentce Susan Rabinerové za její neutuchající podporu, svému editorovi Bobu Benderovi za přemýšlivé komentáře, Lorettě Dennerové za její pomoc při redigování a Johanně Li za její nadšení během celého procesu výroby této knihy.

1. KAPITOLA

CHYBY A OMYLY

Velké omyly, tak jako tlustá lana, se často skládají z mnoha malých vláken. Vezměte lano vlákno po vláknu, vezměte si jednotlivě všechny ty malé určující motivy, rozeberete je jeden po druhém a řeknete si: To je všechno. Ale stočte je a zapleťte dohromady a promění se v nesmírnost.

VICTOR HUGO, *BÍDNÍCI*

Když se temperamentní Bobby Fischer, zřejmě nejslavnější šachista v historii této hry, v islandském Reykjavíku v létě 1972 na mistrovství světa v šachu dostavil konečně k souboji s Borisem Spasským, napětí v šachovém světě bylo tak husté, že by se dalo krájet motorovou pilou. I lidé, které šachy nikdy předtím nezajímaly, při tomto zápase, který dostal přezdívku „zápas století“, zadržovali dech. V devětadvacátém tahu úplně první hry, v pozici, která vypadala, že povede k remíze, se Fischer rozhodl pro tah, který by i amatérský šachista instinktivně zamítl jako chybu. Snad to byla typická manifestace jevu známého jako „šachová slepota“ – chyby, která bývá v šachové literatuře označena „??“ –, která by zahanbila i pětileté dítě v místním šachovém klubu. Zvláště ohromující byla skutečnost, že se chyby dopustil muž, který si prorazil cestu k zápasu s Rusem Spasským po zcela mimořádné sérii dvaceti vítězství nad nejlepšími hráči světa. (Ve většině soutěží světové třídy se často objevuje stejně nerozhodných her jako přímých vítězství.) Je tento druh „slepoty“ něčím, k čemu dochází toliko v šachu?

Anebo jsou i další intelektuální podniky náchylné k podobně překvapivým chybám?

Oscar Wilde jednou napsal: „Zkušenost je slovo, kterým lidé pojmenovávají své chyby.“ A opravdu, ve svých každodenních životech děláme nespočet chyb. Zaboucháváme si klíčky v autě, investujeme do špatných akcií (nebo někdy do správných akcií, ale ve špatnou dobu), hrubě přeceňujeme svou schopnost dělat více věcí najednou a svá neštěstí často svalujeme na absolutně chybné příčiny. Tyto chybné atribuce jsou mimochodem jedním z důvodů, proč se ze svých chyb jen málokdy skutečně poučíme. Že to byly chyby, si ve všech případech samozřejmě uvědomujeme až poté, když jsme je udělali – odtud Wildeova definice „zkušenosti“. Navíc v posuzování jiných lidí jsme daleko zručnější než v analýze sebe samých. Jak řekl psycholog a laureát Nobelovy ceny za ekonomiku Daniel Kahneman: „Necítím velký optimismus, jde-li o schopnost lidí měnit způsob, jakým uvažují, ale cítím ohromný optimismus, jde-li o jejich schopnost odhalovat chyby ostatních.“

I velmi pozorně a pečlivě zkonstruované procesy, například ty, které jsou součástí systému trestního soudnictví, příležitostně selžou – někdy až srdceryvným způsobem. Například Ray Krone z arizonského Phoenixu strávil přes deset let za mřížemi a čelil trestu smrti, když byl *dvakrát* odsouzen za brutální vraždu, kterou nespáchal. Nakonec byl na základě důkazů pomocí analýzy DNA zproštěn obvinění v plném rozsahu (a byl dopaden skutečný vrah).

Avšak bez ohledu na to, jak závažné mohou být, se na tento druh chyb tato kniha nesoustředí, zaměřuje se na velké, *zásadní vědecké omyly*. „Vědeckými omyly“ myslím zvláště závažné koncepční chyby, které mohly potenciálně ohrozit celé teorie a pravidla, anebo – aspoň z principu – značně pozdržet vědecké pokroky.

Lidská historie se přímo hemží příběhy závažných omylů v široké škále disciplín. Některé z těchto zásadních chyb sahají velmi daleko, až do Písma nebo řecké mytologie. V knize Genesis například bylo úplně prvním činem Evy – biblické matky všech lidských bytostí –, že podlehla lstivému hadovi a snědla zakázané ovoce. Tato monumentální chyba v úsudku nevedla k ničemu

menšímu než vykázání Adama a Evy z Rajske zahrady, a dokonce – aspoň podle teologa z třináctého století Tomáše Akvinského – k tomu, že byl lidem navěky odepřen přístup k absolutní pravdě. V řecké mytologii vedl Paridův bláhový únos krásné Heleny, ženy spartského krále, k totální destrukci města Troje. Tyto příběhy jsou však jen nepatrným zlomkem špičky ledovce. Po celou dobu naší historie nebyli ani proslulí vojevůdci ani slavní filosofové nebo průkopníci myslitelé imunní vůči závažným chybám. Za druhé světové války německý polní maršál Fedor von Bock zcela pošetile zopakoval Napoleonův prokletý útok na Rusko z roku 1812. Oba důstojníci podcenili nepřekonatelnou sílu dlouhé a kruté ruské zimy, na kterou byli žalostně nepřipraveni. Britský historik A. J. P. Taylor jednou shrnul Napoleonovy pohromy takto: „Jako většina těch, kdo studují dějiny, se i [Napoleon] naučil z chyb minulosti, jak udělat chyby nové.“

V oblasti filosofie byly mylné myšlenky velkého Aristotela o fyzice (jako jeho přesvědčení, že všechna tělesa se pohybují směrem ke svému „přirozenému“ místu) stejně daleko od pravdy jako nevydařené předpovědi Karla Marxe o bezprostředním zhroucení kapitalismu. Podobně i mnoho psychoanalytických spekulací Sigmunda Freuda, ať je to „puď smrti“ – údajný impuls navrátit se do klidového stavu před životem –, anebo role infantilního oidipovského komplexu v neurózách žen, se ukázalo být, velmi mírně řečeno, politováníhodným omylem.

Možná si říkáte, dobře, lidé dělají chyby, ale když přijde na ty největší vědce posledních dvou století – třeba dvojitého nositel Nobelovy ceny Linus Pauling nebo impozantní Albert Einstein –, ti měli zcela určitě pravdu minimálně v těch teoriích, které je nejvíce proslavily, že? Koneckonců nespočívá celá intelektuální sláva moderní doby právě v ustanovení vědy jako empirické disciplíny a chybách odolávající matematiky jakožto „jazyka“ elementární vědy? Takže byly potom teorie těchto proslulých mozků a dalších srovnatelných myslitelů skutečně prosty závažných, zásadních chyb? Rozhodně ne!

Cílem této knihy je představit vám do nejmenších detailů některé z překvapivých hrubých chyb několika skutečně impozantních vědců a poté sledovat

neočekávané následky těchto omylů. Zároveň je mým cílem také pokusit se analyzovat možné příčiny těchto chyb a – bude-li to možné – odhalit fascinující vztahy mezi těmito omyly a rysy nebo omezeními lidské mysli. Nakonec však, doufám, ukážu, že cesta k objevům a inovaci může vést i po nepravděpodobné trase velkých omylů.

Jak uvidíme, všechny konkrétní chyby, které jsem si vybral k detailnímu prozkoumání v této knize, jsou protkány jemnými vlákny evoluce. To znamená, že jsou to vážné omyly související s teoriemi evoluce života na Zemi, evoluce Země samé a evoluce našeho vesmíru jako celku.

Omyly o evoluci a evoluce omylů

Jedna z definic slova „evoluce“ v *Oxford English Dictionary* zní: „Vývoj nebo růst, podle daných inherentních tendencí, něčeho, co lze přirovnat k živému organismu... Rovněž vzestup nebo počátek něčeho na základě přirozeného vývoje, nikoliv na základě vytvoření dané věci jako určitého činu.“ Tento význam však slovo původně nemělo. V latině *evolutio* znamená rozvinutí a přečtení knihy existující ve formě svitku. I když slovo již začalo získávat popularitu v oblasti biologie, zpočátku se používalo pouze k popisu růstu embrya. První použití slova „evoluce“ v kontextu geneze druhu lze najít ve spisech švýcarského vědce z 18. století Charlese Bonneta, jenž tvrdil, že Bůh předem připravil zrození nového druhu ze zárodků úplně prvních životních forem, jež stvořil.

V průběhu dvacátého století se slovo „evoluce“ tak intimně propojilo se jménem Charlese Darwina, že vám může připadat těžko uvěřitelné, že v prvním vydání jeho mistrovské práce *O původu druhů* z roku 1859 Darwin slovo „evoluce“ jako takové ani jednou neuvádí! Přesto úplně posledním slovem v *Původu* je „evolved“.

Podle výše uvedené definice získalo slovo evoluce za dobu, která uplynula od vydání *Původu*, širší význam a dnes můžeme hovořit o evoluci tak nesmírně rozmanitých věcí jako anglický jazyk, móda, hudba a názory, stejně jako

GENIÁLNÍ OMYLY

o sociokulturní evoluci, softwarové evoluci a tak dále. (Schválně se podívejte, kolik webových stránek v angličtině je věnováno „evoluci hipsterů.“) Prezident Woodrow Wilson jednou zdůraznil, že správný způsob, jak chápat Ústavu Spojených států, je skrze evoluci: „Vláda není stroj, ale živý organismus... Je odpovědná Darwinovi, nikoli Newtonovi.“

Mé zaměření na evoluci života, Země a vesmíru by se nemělo chápat tak, že jsou to jediné vědecké oblasti, ve kterých kdy došlo k hrubým omylům. Tak to není, tato specifická témata jsem si vybral ze dvou hlavních důvodů. Zprv jsem chtěl kriticky přezkoumat omyly, jichž se dopustili učenci, kteří vytanou na mysl takřka každému člověku, má-li si představit seznam největších myslitelů. Omyly takovýchto velikánů, třebaže velikánů minulého století, jsou extrémně relevantní vzhledem k otázkám, jimž čelí vědci (a popravdě lidé obecně) v současnosti. Jak bych rád dokázal, analýza těchto omylů představuje živoucí soubor vědomostí, který nejenže je sám o sobě fascinující, ale rovněž může být použit jako vodítko pro činy v mnoha oblastech od vědeckých postupů až po etické chování. Druhý důvod je prostý: Témata evoluce života, Země a vesmíru fascinují lidi – nejen vědce – již od samého úsvitu civilizace a inspirovala již řadu neúnavných pátrání po odkrytí našich počátků i naší minulosti. Lidská intelektuální zvědavost spojená s těmito tématy se aspoň zčásti zakládá na náboženských představách, mytických příbězích o stvoření i filosofických otázkách. A zároveň o něco empiričtější a na důkazech založená stránka této zvědavosti vedla ke zrodu vědy. Pokrok, jehož lidstvo dosáhlo při dešifrování některých z nejsložitějších procesů zapojených do evoluce života, Země a vesmíru, je takřka zázračný. Jen těžko se tomu dá uvěřit, ale myslíme si, že dokážeme vystopovat evoluci vesmíru až do doby, kdy byl náš vesmír starý pouhý zlomek vteřiny. I přesto přetrvává mnoho nezodpovězených otázek a problém evoluce zůstává dodnes žhavým tématem.

Nějakou dobu mi trvalo, než jsem se rozhodl, které největší vědce si pro tuto svou cestu hlubokými intelektuálními i praktickými vodami vyberu, ale nakonec jsem se zaměřil na osudové omyly pěti jedinců. Do mého seznamu překvapivých „břídilů“ patří proslulý přírodovědec Charles Darwin, fyzik lord Kelvin (po kterém je pojmenována jedna z teplotních stupnic), Linus Pauling, jeden

z nejvýznamnějších chemiků v dějinách, slavný anglický astrofyzik a kosmolog Fred Hoyle, a Albert Einstein, kterého není třeba představovat. Ve všech případech budu pohlížet na ústřední téma ze dvou celkem odlišných – ale navzájem se doplňujících – úhlů pohledu. Na jednu stranu bude tato kniha o některých teoriích těchto velkých vědců a o fascinujících vztazích mezi těmito teoriemi, nahlíženými zčásti z neobvyklé a výhodné pozice jejich slabostí a někdy i chyb. Na straně druhé budu stručně prozkoumávat různé druhy omylů a pokusím se odhalit jejich psychologické (nebo, bude-li to možné, přímo neurovědecké) příčiny. Jak uvidíme, omyly se nerodí vždy stejně, a omyly pěti vědců z mého seznamu jsou svou povahou skutečně spíše odlišné. Darwinova chyba spočívala v tom, že si neuvědomil plné dopady určité hypotézy. Kelvin klopytl, protože zanedbal nepředvídané možnosti. Paulingova hrubka byla důsledkem přehnané sebejistoty získané z předchozích úspěchů. Hoyle se zmylil ve svém zatvrzelém prosazování nesouhlasu s vědou hlavního proudu. A Einstein selhal kvůli chybnému smyslu pro to, co tvoří estetickou jednoduchost. Hlavní pointou, kterou na své cestě objevíme, je však to, že omyly nejsou jen nevyhnutelnou, ale také zásadní součástí pokroku ve vědě. Vývoj vědy není jen přímou cestou k pravdě. I kdyby nebylo chybných začátků a slepých uliček, vědci by i tak chodili příliš dlouho po příliš mnoha špatných cestách. Osudové omyly popsané v této knize nakonec všechny, tím či oním způsobem, fungovaly jako katalyzátory působivých průlomů – a proto je nazýváme „geniálními omyly“. Posloužily jako činidla, která rozptýlila mlhu, již věda právě procházela svým typickým způsobem malých krůčků, příležitostně střídaných velkými skoky.

Uspořádal jsem tuto knihu tak, že u každého vědce jsem zaznamenal nejprve *podstatu* některých teorií, kterými se tento člověk nejvíce proslavil. Jsou to velmi zhuštěná shrnutí, jejichž cílem je zajistit úvod do myšlenek těchto mistrů a náležitý kontext pro jejich omyly, nikoliv předkládat vyčerpávající popisy příslušných teorií. Rozhodl jsem se také soustředit se v každém případě vždy jen na *jednu* zásadní chybu, než abych sepisoval dlouhé seznamy všech možných omylů, kterých se tito učenci mohli za své dlouhé kariéry dopustit. Začneme u muže, o němž *New York Times* v jeho nekrologu (vydaném 21. dubna 1882) pravdivě uvedly, že „se hodně četl, ale ještě více se o něm mluvilo“.

2. KAPITOLA

PŮVOD

Je určitá majestátnost v tomto pohledu na život, s jeho několika silami, které byly původně vdechnuty do několika nebo jen do jediné formy, a v tom, že zatímco tato planeta obíhá kolem Slunce v souladu s neměnným zákonem gravitace, z tak prostého počátku se vyvíjelo a vyvíjí nekonečně mnoho těch nejkrásnějších a nejužasnějších forem.

CHARLES DARWIN

Nejúchvatnější stránkou života na Zemi je jeho neuvěřitelná rozmanitost. Zkuste se jen tak poklidně projít jarním odpolednem, pravděpodobně se setkáte s několika druhy ptáků, se spoustou hmyzu, možná s veverkou, několika lidmi (z nichž některé budou doprovázet psi) a pestrou škálou rostlin. I když si budeme všimát jen vlastností, které se dají nejsnáze rozeznat, liší se organismy na Zemi co do velikosti, barvy, tvaru, přirozeného prostředí, potravy i schopností. Jsou bakterie, které měří na délku méně než jednu stotisícinu centimetru, a známe plejtváky obrovské delší než třicet metrů. Mezi tisícovkami známých druhů mořských bezobratlých známých jako nahožábří jsou mnozí, kteří vypadají jednoduše, zatímco jiní vystavují jedny z nejnádhernějších barev, jakými se vůbec nějaké stvoření na Zemi může pyšnit. Ptáci dokážou létat v atmosféře do udivujících výšek: 29. listopadu 1975 vsál motor letadla velkého supu ve výšce 11 560 metrů nad zápa-doafrickým Pobřežím slonoviny. Jiní ptáci jako stěhovavá husa indická nebo

PŮVOD

labuť zpěvná létají pravidelně ve výškách překračujících 7 600 metrů. Dosud nikým nepřekonaná mořská stvoření dosahují podobných hodnot v hlubinách. Dne 23. ledna 1960 se cestovatel-rekordman Jacques Piccard a americký námořní poručík Don Walsh pomalu potopili ve speciální sondě nazvané batyskaf na nejhlubší místo na dně Tichého oceánu – do Mariánského příkopu – jižně od ostrova Guam. Když konečně dosedli v rekordní hloubce asi 10 900 metrů, byli ohromeni, když kolem sebe objevili nový druh korýše, který se zdržuje u dna oceánu a evidentně mu nijak nevádí okolní tlak zhruba 1 067 kilogramů na čtvereční centimetr. Dne 26. března 2012 filmový režisér James Cameron dosáhl nejhlubšího bodu v Mariánském příkopu ve speciálně zkonstruované ponorce. Popsal jej jako rosolovitou krajinu pustou jako Měsíc. Rovněž však uváděl, že viděl maličké živočichy podobné ráčkům, ne delší než 2,5 cm.

Nikdo přesně neví, kolik druhů v současnosti Zemi obývá. Poslední katalog publikovaný v září 2009 formálně popisuje a přiděluje oficiální názvy asi 1,9 milionu druhů. Avšak protože většinu žijících druhů tvoří mikroorganismy nebo velmi malí bezobratlí, z nichž k mnohým se jen velmi těžko dostaneme, většina odhadů celkového počtu druhů je jen o málo více než kvalifikovanými domněnkami. Obecně vzato se tyto odhady pohybují zhruba od 5 milionů k asi 100 milionům různých druhů, i když za nejpravděpodobnější se považuje číslo od 5 do 10 milionů. (Nejnovější studie hovoří asi o 8,7 milionu.) Tato ohromná nejistota není vůbec překvapivá, když si uvědomíme, že pouhá jedna polévková lžice půdy, kterou máme pod nohama, může ukrývat několik tisíc bakteriálních druhů.

Druhá úžasná věc, jež charakterizuje život na Zemi vedle jeho rozmanitosti, je neuvěřitelný stupeň *adaptace*, jež vykazují jak rostliny, tak živočichové. Od trubicovitého čumáku mravenečníka nebo chameleonova dlouhého a rychlého jazyka (kterým je schopen zasáhnout svou kořist zhruba za 30 tisícín vteřiny!) až k silnému, charakteristicky vytvarovanému datlímu zobáku a čočkám v rybím oku se zdá, že živé organismy jsou dokonale přizpůsobeny nárokům, které na ně život klade. Nejenže včely jsou utvořené tak, aby se pohodlně vešly

do kvetoucích rostlin, z nichž získávají nektar, ale i samy rostliny využívají včelích návštěv k vlastnímu rozmnožování, když se jejich pyl uchytává na těla a nohy včel, které jej transportují k jiným květinám.

Existuje spousta různých biologických druhů, které žijí v úchvatné interakci typu „podrbej mě na zádech a já podrbu tebe“ neboli v *symbióze*. Například klaun očkatý přebývá mezi žahavými chapadly sasanky velkolepé. Chapadla chrání klauna před predátory a ryba vrací sasance laskavost tím, že ji ochraňuje před jinými rybami, které se živí sasankami. Zvláštní sliz na těle klauna ho chrání před jedovatými chapadly jeho hostitelky, čímž se tato harmonická adaptace ještě zdokonaluje. Partnerství se vyvinula dokonce i mezi bakteriemi a živočichy. Například se zjistilo, že mušle u hydrotermálních ventilů na mořském dně se koupají v tekutině bohaté na vodík a prosperují tím, že jednak podporují, jednak sklízejí místní populaci bakterií, které se živí vodíkem. Podobně víme, že jedna bakterie z rodu *Rickettsia* zajišťuje přežití pro molici bavlňákovou – a tím i pro sebe samou.

Mimochodem, jeden poměrně oblíbený příklad úžasného symbiotického vztahu není pravděpodobně více než mýtus. Řada textů popisuje vzájemnou výměnu mezi krokodýlem nilským a malým ptáčkem jménem kulík nilský. Podle řeckého filosofa Aristotela, když krokodýl zívne, ptáček „mu vlétne do tlamy a vyčistí mu zuby“ – čímž kulík získává potravu –, zatímco krokodýl „dosahuje klidu a pohodlí“. Podobný popis se objevuje také ve význačné přírodovědné encyklopedii *Historia naturalis* přírodního filosofa z prvního století Plinia Staršího. Jenže v moderní vědecké literatuře neexistují absolutně žádné důkazy této symbiózy ani žádný fotografický záznam, který by takové chování dokumentoval. Možná bychom ohledně dosti sporných spisů právě Plinia Staršího neměli být příliš překvapeni: Již řada jeho vědeckých tvrzení se ukázala jako nepravdivá!

Tak tedy tato bohatá rozmanitost, společně se spleťtým zapadáním jednoho do druhého a adaptací podivuhodné hojnosti životních forem, přesvědčila řadu přírodních teologů, od Tomáše Akvinského ve třináctém století po Williama Paleye ve století osmnáctém, že život na Zemi musel být stvořen obratnou rukou nejvyššího architekta. Takové myšlenky se objevovaly již od prvního

PŮVOD

století př. n. l. Slavný římský řečník Marcus Tullius Cicero tvrdil, že přírodní svět musí mít původ v nějakém božském „rozumu“:

Jestliže byly všechny části vesmíru stanoveny tak, že nemohly být ani lépe adaptovány k fungování, ani krásnější, co se týče vzhledu... Jestliže to, čeho dosáhla příroda, převyšuje to, čeho dosáhly lidské plány, a jestliže lidská zručnost nedosáhne ničeho bez použití rozumu, pak musíme připustit, že ani příroda tento rozum nepostrádá.

Cicero byl rovněž první, kdo použil metaforu hodináře, jež se později stala prubířským kamenem argumentů ve prospěch „inteligentního designéra“. Jeho vlastními slovy:

Určitě by nebylo správné uznávat jako umělecké dílo sochu nebo namalovaný obraz nebo se nechat přesvědčit ze vzdáleného pozorování plavby lodí, že její postup řídí rozum a lidská obratnost, anebo si na základě prozkoumání formy slunečních nebo vodních hodin myslet, že výpočet denního času se zakládá na dovednostech, a ne na náhodě, a přitom mít za to, že vesmír postrádá záměr a opodstatnění, přestože v sobě chová právě tyto dovednosti a mistry, kteří je ovládají, a všechno ostatní.

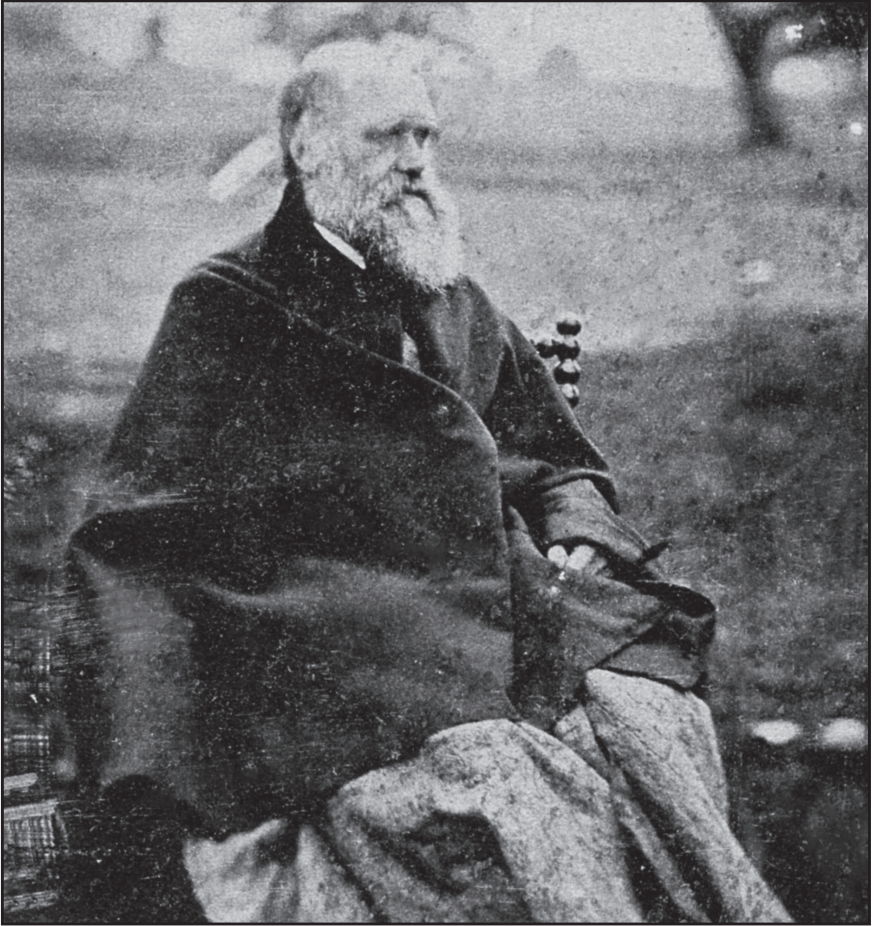
To byl přesně ten způsob uvažování, jež přijal William Paley o téměř dvě tisíciletí později: Vynález naznačuje existenci vynálezce, tak jako design implikuje nějakého designéra. Složitě hodinky, tvrdil Paley, dokládají existenci hodináře. A proto neměli bychom předpokládat totéž o něčem tak dokonalém, jako je život? Koneckonců „Každý náznak mechanismu, každá manifestace designu, která se objevila v hodinkách, již existovala v přírodě, s tím rozdílem, že na straně přírody byla velkolepější a bylo jí více a v takové míře, která přesahuje

veškeré výpočty.“ Tato vášnivá obhajoba naléhavé potřeby „designéra“ (jeli-kož za jedinou možnou, ale nepřijatelnou alternativu se považovala nahodilost nebo náhoda) přesvědčovala mnoho přírodních filosofů přibližně až do počát-ku devatenáctého století.

V argumentu designu bylo implicitně skryto ještě další dogma: Věřilo se, že druhy jsou absolutně *neměnné*. Představa věčné existence měla kořeny v dlouhém řetězci přesvědčení o dalších entitách, které se považovaly za trva-lé a neměnné. V aristotelské tradici se například za absolutně nedotknutelnou považovala nebeská klenba s pevně danými hvězdami. Teprve v Galileově době zažila tato konkrétní představa totální otřes s objevením „nových“ hvězd (což byly ve skutečnosti *supernovy* – explodující staré hvězdy). Působivé pokroky ve fyzice a chemii v sedmnáctém a osmnáctém století však upozornily na to, že některé podstaty jsou skutečně základnější a trvalejší než jiné a že několik z nich je téměř věčných, a to z mnoha praktických důvodů. Například se zjistilo, že chemické prvky jako kyslík a uhlík jsou konstantní (aspoň po celou dobu lid-ských dějin), co se týče jejich základních vlastností – kyslík vdechovaný Juliem Caesarem byl identický s tím, jež vydechoval Isaac Newton. Podobně i zákony pohybu a gravitace formulované Newtonem platily všude, od padajících jab-lek až po oběžné dráhy planet, a vypadaly jako jednoznačně neměnné. Ovšem v nepřítomnosti jakýchkoli jasných směrnic, jak určit, které přírodní veličiny nebo pojmy jsou doopravdy základní a které ne (navzdory některým udatným snahám empiristických filosofů jako Johna Lockeho, George Berkeleye a Davi-da Humea), se řada přírodovědců osmnáctého století rozhodla prostě přijmout představu starověkého Řecka o ideálním, neměnném druhu.

To byly převažující proudy a hnutí myšlenek o životě, dokud se neobjevil jeden muž s dostatečnou kuráží, nestydatostí, vizí a hlubokým porozuměním, který ohromný soubor jednotlivých stop spředel do jediné skvostné tapisérie. Tím mužem byl Charles Darwin (na obrázku 1 ho vidíte v pokročilejším věku) a jeho velkolepá sjednocená koncepce se stala nejvíce inspirující nematematic-kou teorií v dějinách lidstva. Darwin doslova transformoval představy o životě na Zemi z mýtu na vědu.

PŮVOD



Obr. 1

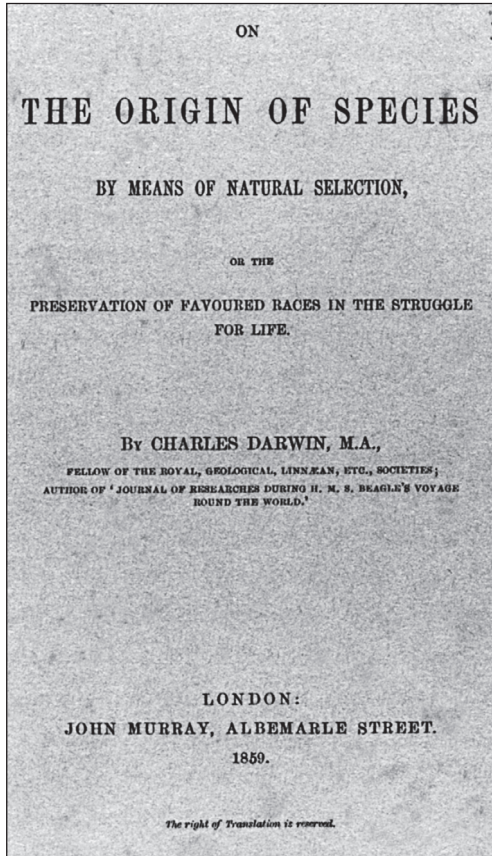
Revoluce

První vydání Darwinovy knihy *O původu druhů* vyšlo 24. listopadu 1859 v Londýně a toho dne se navěky změnila biologie. (Na obr. 2 vidíte titulní stránku prvního vydání spisu, Darwin o něm po publikování hovořil jako o „svém dítěti“.) Než však prozkoumáme ústřední argumenty *Původu*, je důležité pochopit, o čem se v této knize *nemluví*. Darwin neříká jediné slovo ani o skutečném *původu* života ani o *evoluci* vesmíru jako celku. Rovněž, navzdory některým populárním názorům, vůbec nehovoří o evoluci lidí, s výjimkou jednoho prorockého, optimistického odstavce ke konci knihy, kde říká: „Ve vzdálené budoucnosti spatřuji otevřená pole pro významnější výzkumy. Psychologie bude založena na novém základě, základě nezbytného nabytí každé duševní schopnosti postupným pokrokem. Bude osvětlen původ člověka a jeho dějiny.“ Teprve v pozdější knize *O původu člověka*, která byla publikována asi dvanáct let po *Původu druhů*, se Darwin rozhodl ujasnit, že věří, že jeho myšlenky o evoluci by se měly vztahovat i na lidi. Ve skutečnosti byl ještě daleko konkrétnější, když vyvozoval, že lidé jsou přirozenými potomky opičích bytostí, které pravděpodobně žily na stromech ve „Starém světě“ (Africe):

Tak se dozvídáme, že člověk se vyvinul z chlupatého čtyřnožce s ocasem, který žil pravděpodobně na stromech a obýval Starý svět. Toto stvoření, kdyby celou jeho stavbu prozkoumal nějaký přírodovědec, by se pak řadilo mezi quadrumany [primáty se čtyřma rukama jako lidoopi] se stejnou určitostí jako ještě starší předchůdce opic Starého a Nového světa.

Nejvýraznější intelektuální tíhy ohledně evoluce bylo však dosaženo již v *Původu*. Darwin v něm jednou ranou vyřídil představu stvoření, rozmetl myšlenku, že druh je věčný a neměnný, a předložil mechanismus, kterým lze dosáhnout adaptace a rozmanitosti.

PŮVOD



Obr. 2

Jednoduše řečeno se Darwinova teorie skládá ze čtyř hlavních pilířů podporovaných jedním pozoruhodným mechanismem. Tyto pilíře jsou: *evoluce*, *gradualismus*, *společný původ* a *vznik druhů*. Klíčovým mechanismem, který to vše pohání a slepuje různé prvky do vzájemné spolupráce, je *přirozený výběr*, který, jak už dnes víme, je do určité míry doplňován několika dalšími prostředky evoluční změny, z nichž některé Darwin nemohl znát.

Následovat bude velice pregnantní popis těchto charakteristických složek Darwinovy teorie. Popis bude sledovat z větší části Darwinovy vlastní myšlenky spíše než aktualizované, modernizované verze těchto konceptů. Přesto bude na několika místech v podstatě nemožné vyhnout se takovému vyličení důkazů, které se nahromadilo od Darwinovy doby. Jak však zjistíme v další kapitole, Darwin skutečně udělal jednu vážnou chybu, která mohla zcela popřít jeho nejvýznamnější objev: objev přirozeného výběru. Kořen této chyby nebyl Darwinovou vinou – v devatenáctém století ještě nikdo nerozuměl genetice –, ale Darwin si neuvědomil, že teorie genetiky, s níž pracoval, je pro celý koncept přirozeného výběru smrtící.

První podstatou teorie byla podstata samotné evoluce. Přestože některé z Darwinových myšlenek o evoluci měly starší kořeny, francouzským a anglickým přírodovědcům, kteří mu předcházeli (z nichž vyčnívaly zejména osobnosti jako Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Jean-Baptiste Lamarck, Robert Chambers a Darwinův vlastní děd Erasmus Darwin), se nepodařilo předložit přesvědčivý mechanismus toho, jak se evoluce mohla odehrát. Takto popsal evoluci Darwin sám: „Pohled, jež přijala většina přírodovědců – totiž že každý druh byl stvořen samostatně –, je chybný. Jsem zcela přesvědčen, že druhy nejsou neměnné, nýbrž že druhy patřící k tomu, co nazýváme týmž rodem, jsou lineární potomci jiných a obecně zaniklých druhů.“ Jinými slovy, druhy, s nimiž se setkáváme dnes, neexistovaly vždycky, jsou to potomci určitých dřívějších druhů, které mezitím zanikly. Moderní biologové mají tendenci rozlišovat mezi *mikroevolucí* a *makroevolucí*. Mikroevoluce zahrnuje menší změny (třeba ty, které jsou někdy pozorovány u bakterií), jež jsou výsledkem evolučního procesu za relativně krátké časové období, typicky v rámci lokálních populací. Makroevoluce označuje výsledky evoluce po delších časových úsecích, typicky mezi druhy – a mohou do ní patřit i epizody masového vymírání, které například vyhubilo dinosaury. V letech po vydání *Původu* se myšlenka evoluce stala natolik vůdčím principem veškerého výzkumu v oblasti věd o životě, že v roce 1973 Theodosius Dobzhansky, jeden z nejvýznamnějších evolučních biologů dvacátého století, publikoval esej nazvanou „V biologii nedává smysl nic, není-li to

PŮVOD

ve světle evoluce“. Na konci tohoto článku Dobzhansky poznamenal, že francouzský filosof dvacátého století a jezuitský kněz Pierre Teilhard de Chardin „byl kreacionista, který však chápal, že stvoření v tomto světě bylo realizováno skrze evoluci“.

Ideu vtělenou do druhého pilíře, gradualismu, si Darwin vypůjčil zejména z práce dvou geologů. Jedním byl James Hutton, geolog z osmnáctého století, a druhým byl Darwinův současník a později i blízký přítel Charles Lyell. Geologické záznamy ukazovaly vzorce horizontálního dělení do pásem pokrývajících velké geografické oblasti. To, společně s odkrýváním různých fosilií v těchto pásmech, naznačovalo průběh postupných, přírůstkových změn. Hutton a Lyell do značné části zodpovídali za formulování moderní teorie *uniformitarianismu*, představy, že poměry, za nichž dochází v současnosti k procesům jako eroze a sedimentace, jsou podobné poměrům v minulosti. (K tomuto konceptu se vrátíme ve 4. kapitole, až se budeme zaobírat lordem Kelvinem.) Darwin tvrdil, že tak jako geologická činnost pomalu, ale jistě tvaruje Zemi, jsou evoluční změny výsledkem transformací, jež trvaly stovky nebo tisíce generací. Proto bychom neměli očekávat, že uvidíme významnější změny dříve než za desítky tisíc let, snad s výjimkou organismů, které se velmi rychle množí, jako jsou bakterie, které, jak dnes již víme, si dovedou vyvinout např. rezistenci vůči antibiotikům za extrémně krátkou dobu. Na rozdíl od uniformitarianismu je však tempo evolučních změn u daných druhů obecně vzato nestejnorodé, co se týče času, a může se proto od jednoho druhu k druhému značně různit. Jak uvidíme později, je to tlak vyvíjený přirozeným výběrem, který v první řadě určuje, jak rychle se bude evoluce projevovat. Zdá se, že některé „živoúci fosilie“ jako mihule – mořský obratlovec, bezčelistnatec s trychtýřovitými ústy – se za posledních 360 milionů let jen sotva nějak vyvinuly. Jako fascinující poznámku bokem bych měl poznamenat, že představu postupné změny předložil již v sedmnáctém století empirický filosof John Locke, jenž bystře poznamenal: „Hranice druhů, podle nichž je lidé třídí, jsou určovány zase jen lidmi.“

Další pilíř Darwinovy teorie, pojem *společného předka*, se stal ve své moderní podobě primárním stimulem všech současných pátrání po původu života.

Darwin nejprve tvrdil, že není pochyb, že všichni členové jakékoli taxonomické třídy – jako jsou obratlovci – pocházejí z nějakého společného předka. Jeho představitost ho však s tímto pojmem dovedla mnohem dále. Třebaže jeho teorie časově předcházela všem vědomostem o tom, že veškeré živé organismy sdílejí takové charakteristiky, jako je molekula DNA, malé množství aminokyselin a molekula sloužící jako oběživo pro výrobu energie, i přesto byl Darwin dosti smělý, aby prohlásil: „Analogie mě dovádí ještě o krok dále, totiž k přesvědčení, že všichni živočichové i rostliny se vyvinuli z nějakého jediného prototypu.“ Poté, když obezřetně uznal, že „analogie může být zrádným rádcem“, stejně usoudil, že „zřejmě všechna organická stvoření, která kdy žila na Zemi, se vyvinula z nějaké jediné prvotní formy, do níž byl nejprve vdechnut život“.

Avšak můžete si říkat: Jestliže veškerý život na Zemi pochází z jediného, společného předka, jak tedy vznikla ona úchvatná různorodost? Koneckonců byl to první znak života, o kterém jsme usoudili, že vyžaduje nějaké vysvětlení. Darwin se ani v tomto nevykrucoval a postavil se k této výzvě čelem: Nebyla náhoda, že titul jeho knihy obsahoval slovo „druhy“. Darwinovo řešení problému rozmanitosti zahrnovalo další originální myšlenku: myšlenku rozvětvení a vznikání druhů. Život začíná u společného předka, tak jako strom má jediný kmen, uvažoval Darwin. Stejným způsobem, jako se kmen rozvíjí ve větve, které se dále dělí na menší větve, se „strom života“ vyvíjí neustálým větvením a rozvětčováním a vytváří samostatné druhy na každém dělicím uzlu. Řada těchto druhů vyhynula, jako když větve stromu odumrou nebo se ulomí. Ale protože se při každém větvení počet druhů-potomků daného předka zdvojnásobí, počet různých druhů může dramaticky růst. Kdy tedy skutečně dochází k vzniku druhů? Podle moderního myšlení hlavně tehdy, když se jedna skupina členů určitého druhu nějak geograficky oddělí. Například jedna skupina může cestovat na deštivou stranu horského pásma, zatímco zbytek druhu zůstane na suchých svazích. V průběhu času začnou tato spíše odlišná prostředí produkovat odlišné evoluční stezky, což nakonec vede k rozvoji dvou populací, které se navzájem křížit již nemohou, čili jinými slovy k rozvoji nových druhů. Při vzácnějších příležitostech může vznik druhů vést ke vzniku nového druhu, který vznikl

PŮVOD

křížením mezi dvěma druhy. Zdá se, že k něčemu takovému došlo v případě vrabce domácího italského, u něhož se v roce 2011 prokázalo, že je genetickým přechodem mezi španělským vrabcem a vrabcem domácím. Italští a španělští vrabci se chovají jako odlišné druhy, ale italští a domácí vrabci vytvářejí jakési hybridní zóny, kde se stýkají rejstříky obou zkrížených zvířat.

V roce 1945 spisovatel Vladimír Nabokov, autor slavné *Lolity* a *Bledého ohně*, překvapivě přišel s rozsáhlou hypotézou o evoluci skupiny motýlů známé jako *Polyommatus blues*. Nabokov, jenž se celý život zajímal o motýly, uvažoval o tom, že motýli přišli do Nového světa z Asie v několika vlnách trvajících miliony let. Tým vědců, který použil metodu sekvenování genomu, k vlastnímu velkému překvapení v roce 2011 Nabokovův dohad potvrdil. Zjistil, že druhy Nového světa mají společného předka, jenž žil asi před deseti miliony let, ale že mnoho druhů Nového světa je blíže příbuzných s motýly Starého světa než s vlastními sousedy.

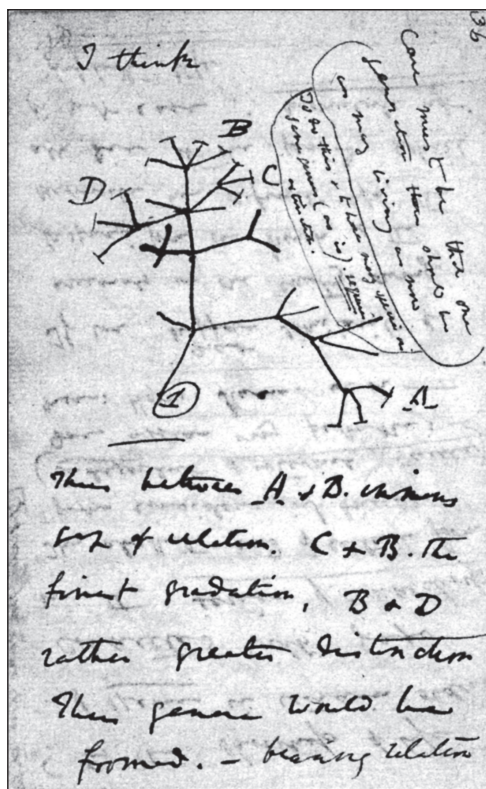
Darwin si význam pojmu vzniku druhů pro svou teorii uvědomoval dosti na to, aby vytvořil schematický diagram svého stromu života. (Na obrázku 3 vidíte originální kresbu z jeho zápisníku z roku 1837.) Ve skutečnosti je to jediný náčrt v celé knize. Velmi zajímavé je, že Darwin si nahoru na stránku poznamenal upozornění „myslím“!

V mnoha případech byli evoluční biologové schopni identifikovat většinu přechodných kroků zahrnutých do vzniku druhů: Od párů druhů, které se pravděpodobně nedávno rozštěpily z jediného druhu, až po páry, které se teprve právě chystají „každou chvíli“ oddělit. Na podrobnější úrovni například kombinace molekulárních a fosilních dat vynesla relativně dobře rozlišený a jasně datovaný fylogenetický strom všech čeledí žijících a velmi nedávno vyhynulých savců.

Na tomto místě si nemohu odpustit poznamenat, že z mého vlastního osobního pohledu existuje ještě jeden aspekt představ společného předka a vzniku druhů, který činí Darwinovu teorii skutečně výjimečnou. Asi před deseti lety, při práci na knize *The Accelerating Universe*, jsem se snažil odhalit všechny příklady, které v očích vědců promění nějakou fyzikální teorii vesmíru v „krásnou“. Nakonec jsem došel k závěru, že dvěma absolutně nezbytnými složkami jsou

GENIÁLNÍ OMYLY

jednoduchost a něco, co je známo jako *Koperníkův princip*. (V případě samotné fyziky byla třetí nezbytnou ingrediencí *symetrie*.) „Jednoduchostí“ míním redukcionismus v tom smyslu, jak jej chápe většina fyziků: schopnost vysvětlit co možná nejvíce fenoménů pomocí co možná nejméně zákonů. To vždycky bylo a stále je cílem moderní fyziky. Fyzikové nejsou například spokojeni s tím, když mají jednu extrémně úspěšnou teorii (kvantovou mechaniku) pro subatomární svět a jednu stejně úspěšnou teorii (obecnou relativitu) vesmíru obecně. Chtěli by mít jednu sjednocenou „teorii všeho“, která by to vysvětlovala celé.



Obr. 3

PŮVOD

Název Koperníkova principu je odvozen od polského astronoma Mikuláše Koperníka, který v šestnáctém století vyňal Zemi z jejího privilegovaného postavení ve středu vesmíru. Teorie, které splňují Koperníkův princip, ke svému fungování nepotřebují, aby nějaké zvláštní místo zaujímali lidé. Koperník nás naučil, že Země není středem sluneční soustavy, a veškeré následné objevy v astronomii jen posílily naše uvědomění, že z fyzikální perspektivy lidé nehrají ve vesmíru žádnou zvláštní roli. Žijeme na maličké planetě, která obíhá kolem obyčejné hvězdy v galaxii, která obsahuje stovky miliard podobných hvězd. Naše fyzikální bezvýznamnost zachází ještě dále. Nejenže v našem pozorovatelném vesmíru je asi dvě stě miliard galaxií, ale navíc běžná hmota – materiál, z něhož jsme složeni my i všechny hvězdy a plyny ve všech galaxiích – představuje jen něco přes 4 % energetického rozpočtu vesmíru. Jinými slovy nejsme opravdu nic zvláštního. (V 11. kapitole vám představím některé myšlenky naznačující, že bychom koperníkovskou skromnost neměli brát zase až tak vážně.)

Jak redukcionismus, tak Koperníkův princip jsou zároveň i charakteristickými rysy Darwinovy evoluční teorie. Darwin takřka všechno, co se týká života na Zemi (s výjimkou jeho počátku), vysvětlil pomocí jediné sjednocené vize. Jen těžko lze dosáhnout většího redukcionismu. A zároveň byla jeho teorie koperníkovská až do samého jádra. Lidé se vyvinuli úplně stejně jako každý jiný organismus. V analogii stromu jsou všechny nejmladší výhonky odděleny od hlavního kmene podobným počtem větvení, přičemž jediný rozdíl je ten, že míří různými směry. Podobně v Darwinově evolučním schématu jsou veškeré současné žijící organismy – včetně lidí – produkty podobných evolučních cest. Lidé v jeho schématu rozhodně nezaujímají žádné výjimečné nebo unikátní postavení – nejsou pány tvorstva –, nýbrž jen přízpůsobení a rozvinutí jejich předků na Zemi. To byl konec „absolutního antropocentrismu“. Všechna pozemská stvoření jsou součástí téže velké rodiny. Slovy významného evolučního biologa Stephena Jay Goulda: „Darwinovská evoluce je keř, nikoli žebřík.“ Lze říct, že to, co přes 150 let pohánělo odpor k Darwinovi, je do značné míry právě strach, že teorie evoluce sesazuje lidi z piedestalu, na který se sami postavili. Darwin inicioval přehodnocení povahy světa a lidí. Všimněte si, že v obraze, kde přežijí

jen ti „nejzdatnější“ (jak budeme zanedlouho probírat v kontextu přirozeného výběru), by se dalo říct, že hmyz jednoznačně předčil lidi, protože je ho o tolik více druhů. Je pravda, že britskému genetikovi J. B. S. Haldaneovi se připisuje (možná neprávem), že teologům, kteří se ptali, lze-li ze studií stvoření vyvodit něco o Stvořiteli, odpověděl postřehem, že Bůh „má neobyčejnou zálibu v broucích“. Dnes víme, že i co se týče velikosti genomu – úhrnného celku dědičných informací –, lidé ani zdaleka nestačí, věřte nebo ne, sladkovodní měňavce jménem *Polychaos dubium*. Genom tohoto mikroorganismu, u nějž se uvádí 670 miliard párů bází DNA, je možná více než dvěstěkrát větší než genom lidský!

Darwinova teorie proto více než dostatečně uspokojuje dva platná kritéria (která jsou nepochybně do jisté míry subjektivní) skutečně krásné teorie. Není proto divu, že *Původ* vyvolal zřejmě nejdramatičtější myšlenkový posun, jaký byl kdy nějakým vědeckým pojednáním vyvolán.

Vraťme se nyní k teorii samotné: Darwin se nespokojil s pouhým vytvářením výroků o evolučních změnách a vzniku rozmanitosti. Za svůj hlavní úkol považoval vysvětlit, *jak* k těmto procesům došlo. Aby tohoto cíle mohl dosáhnout, musel přijít s přesvědčivou alternativou kreacionismu pro nějaký jasný design v přírodě. Jeho myšlenku – přirozený výběr – ohodnotil filosof z Tufts University Daniel C. Dennett jako nic menšího než „nejlepší samostatnou myšlenku, jakou kdy kdo měl.“

Přirozený výběr

Jeden z problémů, které pojem evoluce přinesl, se týkal adaptace: Pozorování, že se zdá, že druhy jsou perfektně harmonizované se svým prostředím a že existuje perfektní vzájemné přizpůsobení vlastností organismů – částí těla a fyziologických procesů. Tím vznikla hádanka, která zmátla i ty evolučně naladěné přírodovědce, kteří Darwina předcházeli: Jsou-li druhy tak skvěle adaptované, jak se potom mohou vyvíjet, a přesto zůstat dobře adaptované? Darwin si tento hlavolam dobře uvědomoval a zajistil, aby uspokojivé řešení přinesl jeho princip přirozeného výběru.

PŮVOD

Základní myšlenka skrytá v přirozeném výběru je poměrně jednoduchá (jakmile na ni poukážeme!). Jak se někdy stává u objevů, jejichž čas právě nadešel, zhruba ve stejnou dobu nezávisle formuloval velmi podobné myšlenky i někdo jiný, a sice přírodovědec Alfred Russel Wallace. Wallace nicméně uváděl velmi jasně, komu bychom podle něho měli objev připisovat. V dopise Darwinovi z 29. května 1864 napsal:

Co se týče samotné teorie přirozeného výběru, já sám budu vždy hájit, že je ve skutečnosti Vaše a pouze Vaše. Vy jste ji propracoval do detailů, na něž jsem nikdy ani nepomyslel, roky předtím, než jsem na toto téma začal bádát, a můj článek by nebyl nikdy nikoho přesvědčil ani by nebyl povšimnut jako více než duchaplná spekulace, zatímco Vaše kniha způsobila převrat ve studiu přírodních dějin.

Pokusme se nyní vysledovat Darwinovy myšlenkové pochody: Zprvce, řekl, mají druhy sklon produkovat více potomstva, než vůbec může přežít. Zadruté nejsou jedinci v rámci daného druhu nikdy přesně identičtí. Jestliže někteří z nich disponují nějakým druhem výhody co do jejich schopnosti vypořádat se s nepříznivým prostředím – a za předpokladu, že tato výhoda je dědičná a přechází na jejich potomstvo –, potom se časem populace začne postupně posouvat směrem k organismům, které jsou lépe adaptovány. Takto to formuloval sám Darwin ve 3. kapitole *Původu*:

Kvůli tomuto životnímu zápasu jakákoli odchylka – jakkoli nepatrná a rozvíjející se z jakéhokoli důvodu, bude-li do nějaké míry výhodná pro jedince jakéhokoli druhu, v jeho nekonečně složitých vztazích k jiným organickým stvořením a k vnější přírodě – povede k zachování tohoto jedince a bude obecně děděna jeho potomstvem. Potomstvo tak bude mít větší šanci na přežití, protože z mnoha

GENIÁLNÍ OMYLY

jedinců jakéhokoli druhu, kteří se pravidelně rodí, nemůže přežít než malý počet. Tento princip, podle kterého každá lehká odchylka, je-li užitečná, je zachována, nazývám přirozeným výběrem.

S použitím moderní genové terminologie (o níž Darwin nemohl vědět absolutně nic) bychom řekli, že přirozený výběr je prostě tvrzení, že ti jedinci, jejichž geny jsou „lepší“ (co do přežití a reprodukce), budou schopni vyprodukovat více potomstva a že i toto potomstvo bude mít rovněž lepší geny (relativně vzato). Jinými slovy budou v průběhu mnoha generací převládat prospěšné mutace, ty škodlivé se budou eliminovat, a výsledkem je evoluce směrem k lepší adaptaci. Například je snadné pochopit, jakou výhodu to přinese jak predátorovi, tak kořisti, bude-li rychlejší. A tak na východoafrických rozlehlých rovinách Serengeti přirozený výběr vytvořil některá z nejrychlejších zvířat na Zemi.

Je několik prvků, které ve vzájemné kombinaci efektivně dotvářejí celkový obraz přirozeného výběru. Zaprvé se přirozený výběr odehrává v *populacích* – v komunitách vzájemně se křížících jedinců v určitých zeměpisných lokalitách –, nikoli u jedinců. Zadruhé mají populace typicky tak vysoký reprodukční potenciál, že kdyby nebyl ničím kontrolován, rozrůstaly by se exponenciálním způsobem. Například samice měsíčníka svítivého, *Mola mola*, vytváří tři sta milionů vajíček najednou. I kdyby jen jedno procento těchto vajíček bylo oplodněno a přežilo až do dospělosti, brzy by naše oceány byly plné měsíčníků svítivých (průměrná hmotnost dospělého měsíčníka překračuje 900 kg). Naštěstí vlivem zápasu o potravu v rámci druhu, bojům s predátory a dalším nepříznivým prostředím přežijí a rozmnoží se z jakékoli dvojice rodičů patřící k jakémukoli druhu průměrně jen dvě mláďata.

Tento popis objasňuje, že slovo „výběr“ v Darwinově formulaci přirozeného výběru se skutečně vztahuje spíše na proces *eliminace* „slabších“ (co do přežití a reprodukce) členů populace než na výběr nějaké antropomorfní povahy. Metaforicky si proces výběru můžete představit jako prosívání přes obří síto. Větší částičky (ti, co přežijí) zůstanou v sítu, zatímco ty, které skrze propadnou,

PŮVOD

jsou zničeny. Prostředí je tím, kdo protřásá síta. Později Wallace ve svém dopisu Darwinovi z 2. července 1866 dokonce navrhuje, že by Darwin měl uvažovat o změně názvu tohoto principu:

Rád bych Vám proto navrhl možnost zcela se vyhnout tomuto zdroji chybných představ... a myslím si, že by toho šlo dosáhnout bez obtíží a velmi účinně přijetím Spencerova termínu (jehož používání dává Spencer obvykle přednost před přirozeným výběrem), totiž „přežití nejsilnějšího“. Tento výraz je čistým vyjádřením faktů; „Přirozený výběr“ je jeho vyjádřením metaforickým a do jisté míry nepřímým a nesprávným, protože, i kdybychom zosobnili Přírodu, ona ani tak nevybírá zvláštní odchylky, jako spíše hubí ty nejméně příznivé.

Darwin přijal Wallaceho výraz, použitý roku 1864 všeznalcem Herbertem Spencerem, jako synonymum přirozeného výběru ve svém pátém vydání *Původu*. Nicméně současní biologové tento termín používají jen zřídka, protože může vyvolávat chybný dojem, že znamená, že přežívají pouze silní nebo zdraví. „Přežití nejsilnějšího“ znamenalo pro Darwina ve skutečnosti přesně totéž co „přirozený výběr“, totiž že organismy se *selektivně upřednostňovanými a dědičnými vlastnostmi* jsou ty, které tyto neúspěšněji předají svému potomstvu. V tomto smyslu, přestože Darwin přiznal, že se nechal inspirovat myšlenkami filosofických radikálů, například politického ekonoma Thomase Malthuse, o jakém si druhu biologické ekonomiky ve světě svobodné soutěže, existují mezi nimi velmi významné rozdíly.

Třetí a extrémně důležitá věc, kterou je nutno říct o přirozeném výběru, je, že se skutečně skládá ze dvou následných kroků, z nichž první zahrnuje v prvé řadě nahodilost nebo náhodu, zatímco ten druhý je zcela určitě nenáhodný. V prvním kroku je produkována dědičná *odchylka*. V moderním biologickém jazyce ji chápeme jako genetickou variaci vzniklou náhodnými mutacemi,

GENIÁLNÍ OMYLY

přeskupováním genů a všemi procesy spojenými s pohlavním rozmnožováním a vytvořením oplodněného vajíčka. Ve druhém kroku, *výběru*, ti jedinci z populace, kteří jsou nejlépe schopni obstát v konkurenci, ať se tato konkurence týká členů jejich vlastního druhu, členů jiných druhů, nebo jejich schopnosti vypořádat se s prostředím, s větší pravděpodobností přežijí a rozmnoží se. V rozporu s některými chybnými představami o přirozeném výběru hraje náhoda ve druhém kroku daleko menší roli. Jenže proces výběru pořád ještě není zcela deterministický – například dobré geny nezabrání tomu, aby byl druh dinosaura vyhuben dopadem obřího meteoritu. Stručně řečeno je evoluce proto ve skutečnosti postupnou změnou ve frekvenci genů.

Jsou dva hlavní znaky, které odlišují přirozený výběr od pojmu „design“. Zaprvé přirozený výběr nemá žádný dlouhodobý „strategický plán“ nebo konečný cíl. (Není teleologický.) Místo aby usiloval o nějaký ideál dokonalosti, jednoduše pracuje s eliminací těch méně přizpůsobených, generaci po generaci, s častými změnami směru, anebo dokonce s konečným zánikem celých rodokmenů. To není něco, co bychom očekávali od mistra designéra. Zadruhé, protože přirozený výběr se omezuje na práci s tím, co již existuje, je omezeno i to, čeho může ve skutečnosti dosáhnout. Přirozený výběr začíná modifikací druhu, který se již vyvinul do určitého stavu, nikoli jeho radikálním přepracováním. Je to podobné, jako bychom požádali krejčího, aby nám poopravil staré šaty, místo abychom požádali Versaceho o navržení nových. Následkem toho přirozený výběr nechává určitý prostor pro naše přání a představy o zlepšení, co se týče designu. (Nebylo by hezké mít zorné pole 360 stupňů nebo čtyři ruce? A opravdu byl tak skvělý nápad dát nervy do zubů nebo vytvořit prostatu, která zcela obklopuje močovou trubici?) Takže i když nějaké vlastnosti poskytují výhodu co do „síly“, dokud neexistuje žádná dědičná obměna, která tohoto výsledku dosahuje, přirozený výběr nemůže takových vlastností nikdy docílit. Nedokonalosti jsou tak ve skutečnosti nezaměnitelným otiskem prstu přirozeného výběru.

Pravděpodobně jste si povšimli, že Darwinova evoluční teorie se ze své nejhlubší podstaty nedá snadno prokázat přímými důkazy, protože se zabývá

typicky tak dlouhými časovými úseky, že sledovat trávu růst proti tomu vypadá jako zrychlený akční film. Darwin sám napsal 20. dubna 1861 geologu Fredericku Wollastonu Huttonovi: „Už jsem vyčerpán z toho, jak lidem pořád říkám, že nepředstírám, že předkládám důkazy, jak se jeden druh mění v jiný, ale že věřím, že tento pohled je správný, protože se tímto způsobem dá seskupit a vysvětlit tak mnoho jevů.“ Přesto biologové, geologové a paleontologové nahromadili ohromný soubor nepřímých důkazů evoluce, z nichž většina přesahuje prostorové možnosti této knihy, protože se přímo netýká Darwinova osudového omylu. Dovolte mi poznamenat pouze následující skutečnost: Fosilní důkazy prozrazují zcela nepochybnou evoluci od prostého života ke složitému. Konkrétně řečeno, čím starší geologická vrstva, v níž je fosilie objevena, tím jednodušší je živočišný druh.

Je důležité zmínit se krátce o několika důkazech podporujících myšlenku přirozeného výběru, protože to byla představa, že život se může vyvíjet a diverzifikovat, aniž by existoval nějaký cíl, *k němuž* se vyvíjet, což byl podle Darwinových současníků nejvýraznější rušivý aspekt jeho teorie. Již jsem se zmínil o jednom vodítku, jež demonstruje realitu přirozeného výběru: Rezistence vůči lékům, kterou si rozvíjejí různé patogeny. Bakterie známá jako *Staphylococcus aureus* (zlatý stafylokok) je například nejběžnější příčinou těch typů infekcí, kterým říkáme stafylokokové infekce a které každoročně postihují ne méně než půl milionu pacientů jen v amerických nemocnicích. Na počátku 40. let všechny známé linie stafylokoka podléhaly penicilinu. Ovšem během pár let, díky mutacím vedoucím k rezistenci a prostřednictvím přirozeného výběru, začala být většina druhů stafylokoka rezistentní vůči penicilinu. V tomto případě se celý proces evoluce dramaticky zhustil v čase (částečně kvůli selektivnímu tlaku vyvíjenému lidmi), protože generace bakterií mají tak krátký život a jejich populace je obrovská. Od roku 1961 si jeden zvláštní druh stafylokoka známý jako MRSA (zkratka pro methicilin-rezistentní nebo také multirezistentní *Staphylococcus aureus*) vyvinul rezistenci nejen vůči penicilinu, ale také vůči methicilinu, amoxicilinu, oxacilinu a celé spoustě dalších antibiotik. Jen těžko budeme hledat lepší manifestaci přirozeného výběru v praxi.

Dalším fascinujícím (třebaže kontroverzním) příkladem přirozeného výběru je evoluce drsnokřídlece březového. Před průmyslovou revolucí poskytovaly světlé barvy tohoto mola (známého mezi biology jako *Biston betularia betularia morpha typica*) účinné maskování proti pozadí jeho přirozeného prostředí: lišejníků a stromů. Průmyslová revoluce v Anglii s sebou přinesla ohromné hladiny znečištění, které zlikvidovaly mnoho lišejníků a začernily mnoho stromů sazemi. Moli s bílým tělíčkem byli následně náhle vystaveni masivní predaci, která vedla takřka k jejich vyhubení. V téže době, kolem roku 1848, však začala prosperovat melanická, tmavě zbarvená varieta tohoto mola (*carbonaria*) díky svým značně vylepšeným maskovacím znakům. Jako by chtěli demonstrovat význam „zelených“ postupů, začali se bíle zbarvení moli znovu objevovat, jakmile byly přijaty standardy na ochranu životního prostředí. Zatímco některé studie drsnokřídlece březového a výše popsaného jevu („industriální melanismus“) byly kritizovány řadou kreacionistů, i někteří z kritiků se shodují na tom, že jde o zcela jasný případ přirozeného výběru, a tvrdí pouze, že to nepředstavuje důkaz evoluce, protože čistým výsledkem je toliko proměna jednoho typu mola v jiný, nikoli vznik celého nového druhu.

Další obvyklou, o něco filosofičtější, námitkou proti přirozenému výběru je, že jeho definice vyřčená Darwinem je definicí kruhem neboli *tautologií*. Jednoduše řečeno, nepřívznivý soud zní takto: Přirozený výběr znamená „přežití nejsilnějšího“. Ale jak definujeme „nejsilnějšího“? Je definován jako ten, který nejspíše přežije, proto je tato definice tautologií. Tento argument pramení z neporozumění a je absolutně nepravdivý. Darwin nepoužil „nejsilnější“ jako označení těch, kdo přežijí, nýbrž těch, u nichž – v porovnání s dalšími členy druhu – lze očekávat, že přežijí, protože jsou lépe přizpůsobeni svému prostředí. Klíčová je interakce mezi proměnlivou vlastností organismu a životním prostředím tohoto organismu. Jelikož organismy soupeří o omezené zdroje, některé přežijí a jiné ne. Aby přirozený výběr mohl fungovat, je také třeba, aby adaptivní vlastnosti byly *dědičné*, to znamená schopné genetického předávání.

Překvapivě i nejslavnější filosof vědy Karl Popper vyřkl podezření na tautologii proti evoluci přirozeným výběrem (třebaže o něco jemnější). Popper

PŮVOD

v podstatě zpochybnil vysvětlovací schopnost přirozeného výběru na základě následujícího argumentu: Jestliže nějaký druh existuje, znamená to, že byl přizpůsoben svému prostředí (protože ty, které se nepřizpůsobily, vyhynuly). Jinými slovy, tvrdil Popper, je přizpůsobení prostě *definováno* jako vlastnost, která garantuje existenci, a vyloučeno není nic. Nicméně od doby, kdy Popper publikoval tento argument, již mnoho filosofů ukázalo, že byl nesprávný. Darwinova teorie evoluce ve skutečnosti vylučuje více scénářů, než kolik jich připouští. Podle Darwina se například nemůže objevit žádný nový druh bez nějakého druhu předků. Podobně jsou v Darwinově teorii vyloučeny všechny odchylky, které nejsou dosažitelné postupnými kroky. V moderní terminologii by „dosažitelný“ označovalo procesy řízené zákony molekulární biologie a genetiky. Klíčovým bodem je statistická povaha adaptace: Žádné předpovědi nemůžeme činit o jedincích, nýbrž pouze o pravděpodobnostech. Není zaručeno, že dvě jednovaječná dvojčata vyprodukují tentýž počet potomků, a dokonce ani to, že obě přežijí. Popper mimochodem v dalších letech svou chybu uznal, když prohlásil: „Změnil jsem názor na ověřitelnost a logický status přirozeného výběru, a jsem rád, že mám příležitost své původní tvrzení odvolat.“

Nakonec, v zájmu kompletnosti, bych se měl zmínit o tom, že přestože je přirozený výběr hlavním pohonem evoluce, evoluční změny mohou přivodit i jiné procesy. Jeden příklad (o němž Darwin ještě nemohl vědět) nám poskytuje něco, co moderní evoluční biologové nazvali *genetický drift* – změna v relativní frekvenci, v níž se varianta genu (*alela*) objeví v populaci zásluhou náhody nebo vzorkovací chyby. Tento efekt může být významný u malých populací, jak demonstrují následující příklady. Když si hodíte mincí, očekávání je takové, že vám padne panna asi v padesáti procentech případů. To znamená, že když si hodíte mincí milionkrát, bude se počet hozených panen blížit polovině milionu. Když si však hodíte mincí pouze čtyřikrát, existuje nezanedbatelná pravděpodobnost (asi 6,2 %), že vám padne panna ve všech případech, což se podstatně odchyľuje od očekávání. A teď si představte velmi rozsáhlou ostrovní populaci organismů, kde se pouze jeden gen vyskytuje ve dvou variantách (alelách): X nebo Z. Alely mají v populaci stejnou frekvenci, to znamená, že

GENIÁLNÍ OMYLY

frekvence X i Z je u každého $\frac{1}{2}$. Než však tyto organismy dostanou příležitost se rozmnožit, spláchne ostrov obří vlna tsunami a zabije všechny organismy – až na čtyři. Přeživší čtyři organismy mohou mít kteroukoli z následujících šestnácti kombinací alel: XXXX, XXXZ, XXZX, XZXX, ZXXX, XXZZ, ZZXX, XZZX, ZXXZ, XZXZ, ZXZX, XZZZ, ZZZX, ZXZZ, ZZXZ a ZZZZ. Povšimněte si, že v deseti z těchto šestnácti kombinací se počet X alel *nerovná* počtu Z alel. Jinými slovy, v přeživší populaci je vyšší pravděpodobnost genetického driftu – změny v relativní frekvenci alel – než zachování počátečního stavu stejných frekvencí.

Genetický drift může způsobit relativně rychlou evoluci v genofondu malé populace, což nezávisí na přirozeném výběru. Jeden často citovaný příklad genetického driftu se týká komunity Amišů ve východní Pensylvánii. Mezi Amiši se mnohokrát častěji než u celkové populace Spojených států vyskytuje polydaktylie (větší než normální počet prstů na rukou nebo nohou). Je to jeden z projevů vzácného Ellisova-Van Creveldova syndromu. Autozomálně recesivní poruchy, jako je právě Ellisův-Van Creveldův syndrom, vyžadují k vyvolání choroby dvě kopie genu. To znamená, že nositeli recesivního genu musejí být oba rodiče. Důvodem vyšší než běžné frekvence těchto genů v amíšské komunitě je, že Amišové uzavírají sňatky uvnitř vlastní skupiny a samotná jejich populace vznikla z asi dvou stovek německých imigrantů. Malý rozsah této komunity umožnil vědcům vystopovat Ellisův-Van Creveldův syndrom až k jednomu jedinému páru, k Samuelu Kingovi a jeho manželce, kteří tam přijeli roku 1744.

Jsou tři věci, které je třeba doplnit ke genetickému driftu. Zaprvé genetické změny, k nimž dochází jeho zásluhou, se odehrávají kompletně jako výsledek náhody nebo chyb při vzorkování: Nepohání je tlak výběru. Zadruhé genetický drift nemůže vést k adaptaci, která zůstává zcela v poli působnosti přirozeného výběru. Ve skutečnosti genetický drift, který je zcela náhodný, může vyvolat vyvinutí určitých vlastností, jejichž užitečnost je jinak velmi pochybná. A konečně, zatímco ke genetickému driftu zcela jasně dochází do určité míry v každé populaci (protože každá populace je omezena co do velikosti), jeho účinky jsou zřetelnější jen u populací malých a izolovaných.

PŮVOD

To jsou, velmi stručně řečeno, některé z klíčových bodů Darwinovy teorie evoluce přirozeným výběrem. Darwin způsobil převrat v biologickém myšlení, a to dvěma hlavními způsoby. Nejenže připustil, že názory zastávané po celá staletí mohou být chybné, ale také demonstroval, že vědecké pravdy lze dosáhnout trpělivým sběrem faktů společně se smělym vytvářením hypotéz o teorii, která tato fakta spojuje dohromady. Jak jste si určitě uvědomili, jeho teorie znamenala jedinečný přínos pro vysvětlení, proč je život na Zemi tak rozmanitý a proč mají živé organismy ty vlastnosti, které mají. Nádherně a výstižně popsala Darwinův přínos anglická sufražetka a botanička z 19. století Lydia Beckerová:

Jak zdánlivě nedůležité jsou pohyby hmyzu, jejich prolézání květinami při hledání nektaru, kterým se živí! Kdybychom spatřili člověka, který tráví svůj čas jeho pozorováním, sledováním jeho třepotání zvědavýma očima, snad by se nám dalo odpustit, že si představujeme, že se jen baví přepychovou nečinností při sledování něčeho, co je – ač zajímavé – nicotné. Jak bychom se však při takovém předpokladu mylili! Neboť tito malí okřídlení poslové vnášejí do mysli filosofického přírodovědce poselství o záhadách dosud neodhalených, a tak jako Newton spatřil gravitační zákon v pádu jablka, Darwin ve spojení mezi mouchami a květinami zjistil některá z těch nejvýznamnějších fakt, jež podporují jím uveřejněnou teorii o modifikaci specifických forem živých bytostí.

Darwin byl skutečně devatenáctému století tím, čím byl Newton století sedmáctému a Einstein dvacátému. Je zvláštní, že teorie *evoluce* dala vznik jedné z nejdramatičtějších *revolucí* v dějinách věd. Slovy biologa a historika vědy Ernsta Mayra „způsobila větší převrat v myšlení lidí než jakýkoli jiný vědecký pokrok od znovuzrození vědy v době renesance“. Otázka potom zní: V čem spočívala Darwinova hrubá chyba?

3. KAPITOLA

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

Život je zřejmě jedinou hádankou,
které se odmítáme nechat poddat!

WILLIAM SCHWENCK GILBERT,
GONDOLIĚŘI

Název této kapitoly je převzat částečně z *Bouře* Williama Shakespeara, ale jak brzy zjistíme, zároveň také zachycuje podstatu Darwinova osudového omylu. Zdrojem tohoto omylu byla skutečnost, že převažující teorie dědičnosti v devatenáctém století byla od základu pochybená. Darwin sám si uvědomoval existující nedostatky, jak otevřeně přiznal v *Původu*:

Zákony ovládající dědičnost jsou poměrně neznámé, nikdo nemůže říct, proč tatáž zvláštnost u různých jedinců téhož druhu i u jedinců různých druhů je někdy zděděna a někdy nikoliv, proč se dítě někdy navrací k určitým vlastnostem svého děda nebo báby nebo jiného, ještě mnohem

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

vzdálenějšího předka, proč je jedna zvláštnost často předávána z jednoho pohlaví na pohlaví obě, anebo jen na jedno, obvykle – ale nikoli výhradně – téže pohlaví.

Říct, že zákony dědičnosti jsou „poměrně neznámé“, byl zřejmě Darwinův největší eufemismus v celém tomto díle. Darwin byl vzděláván v souladu s tehdy široce zastávaným názorem, že charakteristiky obou rodičů se fyzicky smísí v jejich potomstvu – jako když se míchají barvy. V této „teorii plechovky s barvou“ se předpokládalo, že dědičné přispění každého předka se v každé další generaci rozpůlí a potomstvo jakýchkoli sexuálních partnerů bude jakýmsi prostředkem, přechodem. Darwinovými vlastními slovy: „Po dvanácti generacích bude podíl krve, abychom použili obvyklý výraz, jakéhokoli jednoho předka pouze 1 z 2 048.“ Je to stejné jako u ginu s tonikem: Když budeme alkohol neustále ředit tonikem, nakonec už gin ve směsi neucítíme. Navzdory evidentnímu pochopení tohoto nevyhnutelného rozředění Darwin stále nějak předpokládal, že přirozený výběr funguje. Například ve svém příkladu vlků lovicích jeleň na tvrdí: „Když nějaká nepatrná vrozená změna návyku nebo struktury bude představovat výhodu pro jednotlivého vlka, získá tím největší šanci, že přežije a bude předána potomstvu. Některá z těchto mláďat by pravděpodobně zdědila tentýž návyk nebo strukturu a opakováním tohoto procesu by mohla vzniknout nová varieta.“ Darwinovi však ušla prostá skutečnost, že toto očekávání bylo naprosto neobhajitelné za předpokladu převládající teorie směsné dědičnosti. Této nesrovnalosti si poprvé povšiml skotský technik Fleeming Jenkin.

Jenkin byl muž mnoha talentů, jehož činnosti sahaly od kreslení portrétů kolemjdoucích až po navrhování podmořských telegrafních kabelů. Jeho kritika Darwina byla velice přímočará. Jenkin tvrdil, že přirozený výběr by byl absolutně neúčinný při „vybírání“ *jednotlivé variace* (vzácné novoty, která vznikla náhodou, o níž mluvil Jenkin jako o „zrůdnosti“, dnes bychom ji nazvali mutace), protože jakákoli taková odchylka by byla *rozředěna* a rozpuštěna mezi všemi těmi normálními typy v populaci a kompletně vymýcena již po několika generacích.

Darwina nelze vinit z toho, že nevěděl více, než kolik tvrdila teorie dědičnosti vědecky přijímaná v jeho době. V důsledku toho nepovažuji to, že přijal myšlenku směsné dědičnosti, za jeho omyl. Darwin se však dopustil omylu v tom, že mu zcela uniklo (aspoň zpočátku), že jeho *mechanismus přirozeného výběru jednoduše nemohl fungovat tak, jak si jej představoval, za předpokladu směsné dědičnosti*. Pojďme si nyní tuto jeho vážnou chybu a její potenciálně ničivé následky prozkoumat podrobněji.

Rozředění

Fleeming Jenkin publikoval svou kritiku Darwinovy teorie jako anonymní recenzi čtvrtého vydání *O původu druhů*. Článek se objevil v *North British Review* v červnu 1867. I když Jenkinova esej útočila na evoluční teorii hned z několika stran, zaměřím se pouze na ten jediný argument, jenž odhalil Darwinovu osudovou chybu. Aby svou myšlenku mohl předvést názorně, předpokládal Jenkin, že každý jedinec bude mít sto potomků, ale z nich v průměru pouze jeden přežije, aby se dále rozmnožil. Poté hovořil o jedinci s vzácnou mutací (zrůdností), jenž bude mít oproti všem ostatním výhodu dvojnásobné šance na přežití a reprodukci. Přiměřeně pro pečlivého technika, kterým byl (v letech 1860 až 1886 nezískal méně než třicet sedm patentů), byl Jenkinův přístup kvantitativní – chtěl doopravdy vypočítat dopady takovéto „zrůdnosti“ na celkovou populaci:

Porodí a bude mít řekněme 100 potomků, toto potomstvo bude celkem vzato prostředníkem mezi průměrným jedincem a zrůdou. [Jelikož zrůdy jsou vzácné, očekáváme, že se zrůda spáruje s průměrným jedincem.] Šance na přežití jedince z této generace nového potomstva bude, řekněme, 1,5 ku 1 [za předpokladu mísení] v porovnání s průměrným jedincem, tyto šance proto budou nižší než šance jejich

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

rodiče, ale vzhledem k jejich většímu počtu je pravděpodobnost, že přežije asi 1,5 z nich. Když nebudou mít mladé společně, což je nanejvýše nepravděpodobné, jejich potomstvo se opět spáří s průměrným jedincem, bude jich celkem 150 [1,5 krát 100] a jejich výhoda bude řekněme v poměru 1,25 ku 1 [opět díky mísení], nyní bude pravděpodobné, že přežijí téměř dva z nich [1 procento z 1,25 krát 150] a budou mít 200 dětí s osminovou výhodou. Přežije asi více než dvě z nich, ale jejich „nadřazenost“ opět poklesne, až po několika dalších generacích již nebude dále možné ji zaznamenat a již nebude v boji o život hrát větší roli než jako další ze stovek nicotných výhod, jež se objevují u všedních útvarů.

Jenkin tvrdil, že ani v té nejextrémnější formě výběru nelze očekávat kompletní proměnu nějaké dobře zavedené vlastnosti, jako je barva pleti, v jinou, jestliže tato nová vlastnost byla uvedena do populace pouze jednou. K ilustraci tohoto efektu „rozředění“ si Jenkin vybral překvapivě předpojatý příklad bělocha s vynikajícími vlastnostmi, který ztroskotá na ostrově obydleném černochy. Rasistický a imperialistický tón jeho úryvku nás dnes absolutně šokuje, ale v pozdně viktoriánské Británii byl zřejmě zcela obvyklý: I když tento člověk „zabije mnoho černochů v boji o svou existenci“ a „bude mít spousty žen a dětí“ a „v první generaci se narodí pár tuctů inteligentních mladých mulatů“, tvrdí Jenkin, „může si někdo skutečně myslet, že celý ostrov postupně získá bílou, nebo i žlutou populaci?“

Jak vyšlo najevo, i Jenkin se ve skutečnosti dopustil ve svých výpočtech jedné vážné logické chyby. Předpokládal, že každý sexuální pár bude mít stovku potomků, z nichž v průměru pouze *jeden* přežije a bude se dále rozmnožovat. Avšak protože rozmnožovat se mohou pouze samice, vyplývá z toho, že z každého páříčího se páru musejí přežít v průměru *dva* potomci (jeden samec a jedna samice), jinak by se velikost populace s každou generací snížila na polovinu – což je zaručený recept na rychlé vyhynutí. Tuto evidentní chybu překvapivě

odhalil až Arthur Sladen Davis, učitel matematiky na gymnáziu Leeds Grammar School, a vysvětlil ji ve svém dopisu do časopisu *Nature* roku 1871.

Davis ukázal, že provedeme-li úpravy tak, aby populace zůstávala stále zhruba stejně veliká, dopady „zrůdy“ nevymřou (jak tvrdil Jenkin), nýbrž ve skutečnosti, i když se rozředí, se rozšíří do celé populace. Například černá kočka zařazená do populace bílých koček by (za předpokladu směsné dědičnosti) v průměru vyprodukovala dvě šedá koťata, čtyři světle šedá koťata a tak dále. Následné generace by byly postupně čím dále světlejší, ale šedý odstín by nikdy zcela nevymizel. Davis také správně vyvodil, že „zatímco jedna zvýhodněná zrůda, objevivší se jednou a pak už nikdy, s výjimkou dědičnosti, by jen stěží způsobila nějakou změnu v rase, tatáž zrůda, objevivší se nezávisle v několika různých generacích, třebaže v jedné generaci nikdy víckrát než jednou, by mohla vyvolat velmi zásadní změny.“

Nicméně navzdory Jenkinově matematické chybě byla jeho kritika obecně správná: Za předpokladu směsné dědičnosti, i za těch nejpříznivějších podmínek, jednou se objevivší černá kočka nemůže změnit celou populaci bílých koček v černé bez ohledu na to, jak výhodná by černá barva mohla být.

Než pečlivě prozkoumáme, jak mohl Darwinovi uniknout tento zdánlivě osudný nedostatek v jeho teorii přirozeného výběru, bude užitečné nejprve pochopit teorii směsné dědičnosti z perspektivy moderních genetiků.

Darwinův omyl a počátky genetiky

V kontextu našeho dnešního chápání genetiky zajišťuje molekula známá jako *DNA* (*kyselina deoxyribonukleová*) mechanismus zodpovědný za dědičnost u všech živých organismů. Velmi zhruba řečeno je DNA složená z *genů*, které obsahují informace s kódy pro proteiny, a z některých nekódovacích oblastí. Fyzicky je DNA umístěná na prvcích zvaných *chromozomy*, kterých má každý jednotlivý organismus pohlavně se rozmnožujících druhů dva soubory, jeden zděděný od matky (samice) a jeden od otce (samce). Následně má každý jedinec

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

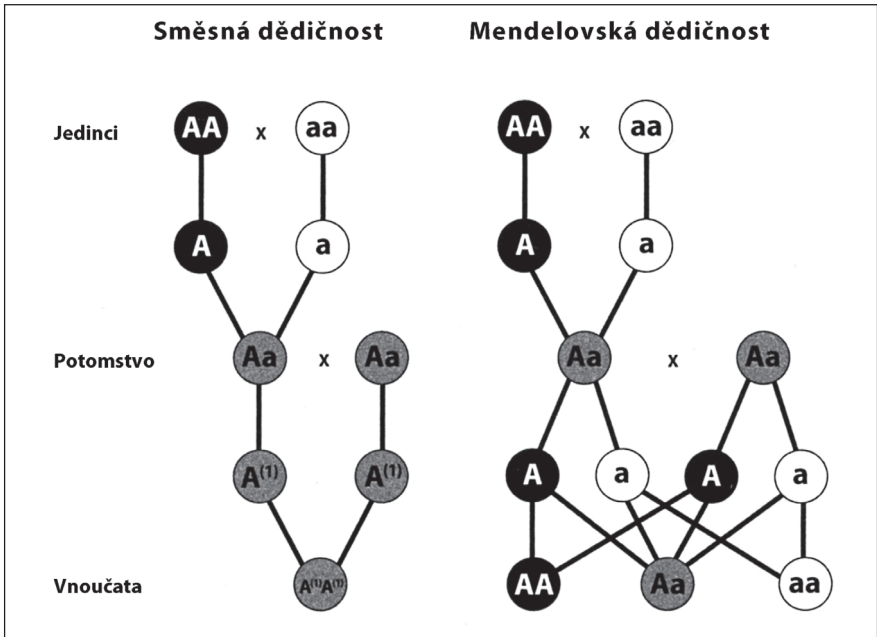
dva soubory všech svých genů, kde dvě kopie jednoho genu mohou být identické, anebo lehce odlišné. Odlišné formy genu, které mohou být přítomny na určitém místě chromozomu, jsou varianty označované jako alely.

Moderní teorie genetiky vzešla v devatenáctém století z myšlenek dosti nepravděpodobného objevitele: moravského kněze Jana Řehoře Mendela. Ten provedl řadu zdánlivě prostých experimentů, při nichž opyloval křížem tisíce rostlin hrachu, jež produkují pouze zelená semena, s rostlinami, jež produkují pouze žlutá semena. K jeho překvapení měla první generace potomstva pouze žlutá semena. Další generace však měla žlutá i zelená semena v poměru 3 : 1. Z těchto záhadných výsledků byl Mendel schopen vyextrahovat *částicovou* neboli *atomistickou* teorii dědičnosti. V absolutním kontrastu ke směsné dědičnosti Mendelova teorie tvrdí, že geny (které on sám nazýval „faktory“) jsou samostatné entity, které nejenže se zachovávají během vývoje, ale rovněž se v *absolutně nezměněné* podobě předávají další generaci. Mendel rovněž tvrdil, že každý potomek zdědí jeden takový gen („faktor“) od každého z rodičů a že daná vlastnost se nemusí u potomka projevit, a přesto může být stále předána dalším generacím. Tyto dedukce, stejně jako samotné Mendelovy experimenty, byly takřka geniální. Nikdo jiný nedošel za téměř deset tisíc let zemědělství k podobným závěrům. Mendelovy výsledky naráz skoncovaly s představou mísení vlastností, protože již u úplně první generace potomků nebyla všechna semena průměrem jejich dvou rodičů.

Klíčové odlišnosti mezi mendelovskou dědičností a směsnou dědičností, co se týče jejich dopadů na přirozený výběr, nám pomůže objasnit jednoduchý příklad. Přestože směsná dědičnost zřejmě nikdy nepoužila pojetí genů, můžeme tento pojem i přesto použít, když zachováme podstatu procesu mísení. Představte si, že organismy, které nesou určitý gen *A*, jsou černé, zatímco nositelé genu *a* jsou bílí. Začneme se dvěma jedinci, jedním černým a jedním bílým, z nichž každý má dvě kopie příslušného genu (jako na obr. 4). Jestliže žádný z genů nemá dominanci nad tím druhým, potom jak ve směsné dědičnosti, tak v mendelovské dědičnosti budou potomci takového páru šedí, neboť budou mít tutéž genovou kombinaci (čili *genotyp*) *Aa*. V tuto chvíli se však objevuje klíčový rozdíl. V teorii mísení

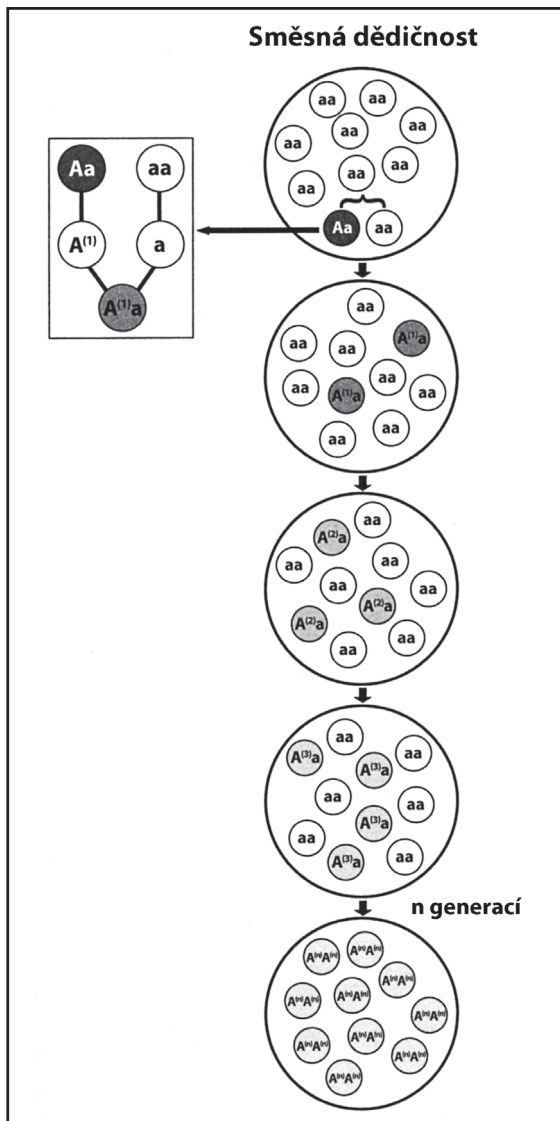
GENIÁLNÍ OMYLY

se A a a fyzicky smísí a vytvoří nový typ genu, který bude dávat svému nositeli šedou barvu. Tento nový gen můžeme nazývat $A^{(1)}$. K takovému smísení by v mendelovské dědičnosti nedošlo, protože tam si každý z genů zachovává svou identitu. Jak ukazuje obr. 4, v generaci vnoučat už by při směsné dědičnosti bylo veškeré potomstvo šedé, zatímco podle mendelovské dědičnosti by mohlo být černé (AA), bílé (aa) nebo šedé (Aa). Jinými slovy, mendelovská genetika předává extrémní genetické typy od jedné generace k druhé, čímž efektivně zachovává genetickou variaci. Ve směsné dědičnosti se naopak odchylky nevyhnutelně ztratí, protože všechny extrémní typy rychle vymizí do jakéhosi prostředního průměru. Jak si Jenkin správně povšiml a jak jasně ukáže následující (extrémně zjednodušený) příklad, tento znak směsné dědičnosti měl na Darwinovy představy přirozeného výběru zcela katastrofální dopad.

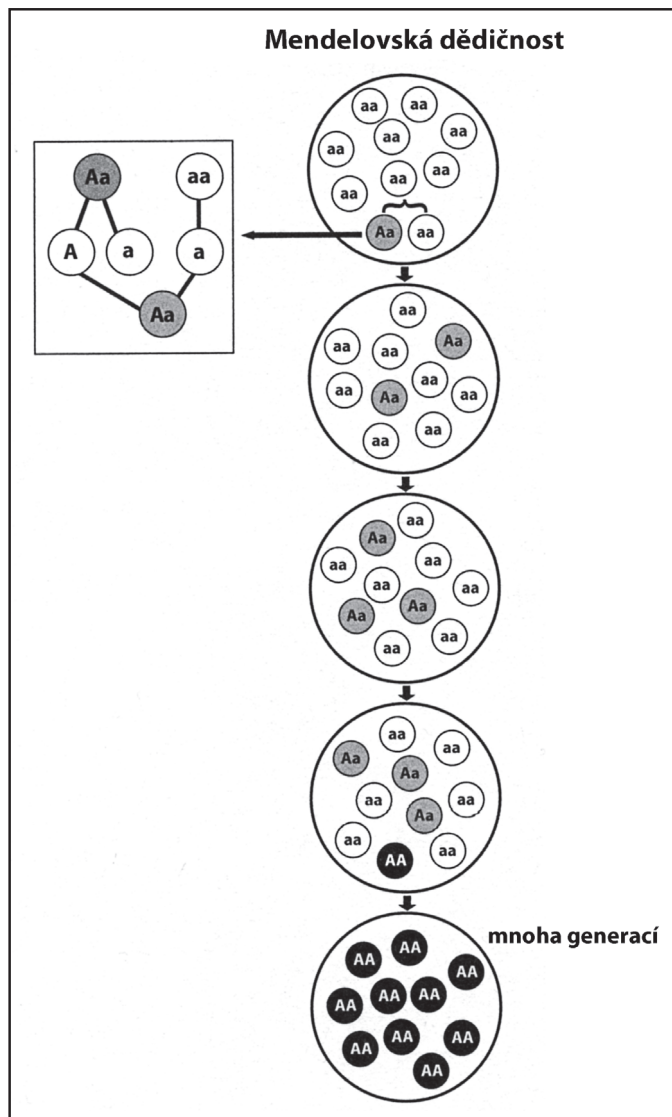


Obr. 4

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM



Obr. 5



Obr. 6

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

Představme si, že začneme u populace deseti jedinců. Devět z nich má genovou kombinaci aa (a tudíž jsou bílí) a jeden má kombinaci Aa (řekněme díky nějaké mutaci), která ho činí šedým. Také předpokládejme, že být černý poskytuje nějakou výhodu, co se týče přežití a reprodukce, a že i mít trochu tmavší barvu je lepší než být celý bílý (i když tato výhoda klesá společně se zesvětlováním barvy). Obr. 5 se pokouší schematicky sledovat evoluci takové populace ve smíšené dědičnosti. V první generaci smísení A s a povede k novému „genu“ $A^{(1)}$, který, když se spáří s aa , nám přinese $A^{(1)}a$, jenž se znovu smísí a výsledkem bude gen $A^{(2)}$, odpovídající ještě světlejší a méně výhodné barvě. Snadno tedy vidíte, že po nějakém větším počtu (n) generací se může stát nanejvýše to, že populace se přemění v populaci s kombinacemi $A^{(n)}A^{(n)}$ a bude jen o něco málo tmavší než původní bílá populace. A hlavně, černá barva zcela vymizí již po první generaci, protože její gen bude „vyředěn“ z existence.

Ovšem u mendelovské dědičnosti (obr. 6), jelikož gen A je předáván z jedné generace na další, se nakonec spáří dvě Aa a vytvoří černou varietu AA . Jestliže černá znamená výhodu v daném prostředí, tak potom – po dostatečně dlouhé době – dokáže přirozený výběr nakonec skutečně proměnit celou populaci v černou.

Závěr je prostý: Aby Darwinova teorie evoluce přirozeným výběrem mohla opravdu fungovat, potřebovala by k tomu Mendelovu dědičnost. Ale jak, v nepřítomnosti dosud neobjevené genetiky, Darwin reagoval na Jenkinovu kritiku?

Co tě nezabije, to tě posílí

Darwin byl geniální v mnoha ohledech, ale rozhodně nebyl žádným pronikavým matematikem. Ve své autobiografii se přiznal: „Pokoušel jsem se proniknout do matematiky, a dokonce jsem v létě 1828 odjel se soukromým lektorem (velmi nezajímavou osobou) do Barmouthu, ale postupoval jsem velmi pomalu. Ta práce mi byla odporná zejména proto, že jsem nebyl schopen spatřovat

jakýkoli smysl již v prvních krůčcích algebry... Nevěřím, že bych v matematice někdy překonal tu nezákladnější úroveň.“ Vzhledem k této skutečnosti jsou argumenty *Původu* obecně spíše kvalitativní než kvantitativní, zvláště když dojde na vytváření evoluční změny. Na několika místech se Darwin v *Původu* pokusil provést jednoduché výpočty a příležitostně se mu podařilo je zpackat. Není proto divu, že v jednom ze svých dopisů Wallaceovi, po přečtení Jenkinovy spíše matematické kritiky, se přiznal: „Byl jsem slepý a myslel si, že jednotlivé odchylky se mohou zachovat daleko častěji, než nyní vidím, že je možné nebo pravděpodobné.“ I přesto by bylo udivující si myslet, že Darwin si naprosto neuvědomoval potenciální efekt „rozředění“ ve směsné dědičnosti, dokud si nepřečetl Jenkinův článek. A opravdu to tak nebylo. Již v roce 1842, pětadvacet let před publikováním Jenkinovy revize, si Darwin povšiml: „Kdyby v nějaké zemi nebo oblasti měla všechna zvířata jednoho druhu možnost se svobodně křížit, jakákoli jejich sebemenší tendence pozměňovat se by byla ustavičně mařena.“ Darwin se ve skutečnosti dokonce do jisté míry spoléhal na rozředování, co se týče tvorby jakési populační integrity tváří v tvář tendenci jedinců odchýlit se od svého typu v důsledku odchylek. Jak potom mohl nepochopit, jak složité by bylo pro „zrůdu“ (jednotlivou odchylku) odolat průměrující síle mísení? Darwinův omyl a pomalost, s níž rozpoznal problém nadhozený Jenkinem, zřejmě odrážely na jednu stranu jeho pojmové obtíže s dědičností obecně a na stranu druhou jeho přetrvávající přehnané ulpívání na myšlence, že odchylky se musejí vyskytovat vzácně. To druhé mohlo být zčásti následkem jeho obecné teorie reprodukce a vývoje, v níž předpokládal, že variace spouští pouze vývojový tlak. Darwinovo zmatení dědičností sahalo ještě mnohem hlouběji, jak můžeme vidět na následujícím rozporu. Na jednom místě *Původu* Darwin upozorňuje:

Když se vlastnost, která se při množení ztratila, objeví znovu po větším počtu generací, nejpravděpodobnější hypotézou není, že se potomstvo najednou začne podobat předkovi vzdálenému nějakých sto generací, nýbrž že v každé následné generaci existovala tendence reprodukovat příslušnou

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

vlastnost, která nakonec, za nějakých neznámých příznivých okolností, získá nadvládu.

Tato představa jakési latentní „tendence“ se nesmírně odchylovala od běžné směšné dědičnosti a v mnoha ohledech byla duchem velmi blízká dědičnosti mendelovské. Přesto Darwina evidentně nenapadlo, aspoň zpočátku, odvolat se na tuto myšlenku latence ve své snaze odpovědět nějak Jenkinovi. Místo toho se Darwin rozhodl přesunout důraz z role, kterou předtím připsal jednotlivým odchylkám, na roli *individuálních odlišností* (široké spektrum často se objevujících drobných odlišností, o němž se předpokládalo, že je nějak spojitě rozšířeno celou populací), které dodávají přirozenému výběru jakési „suroviny“ k jeho fungování. Jinými slovy se Darwin nyní spolehl na celé kontinuum variací pro postup evoluce přirozeným výběrem po dobu mnoha generací.

V dopise Wallaceovi z 22. ledna 1869 rozčilený Darwin napsal: „Z mé současné práce mě vytrhuje nutnost připravit nové vydání *Původu*, které mě stojí spoustu práce, ale které, jak doufám, jsem významně vylepšil ve dvou nebo třech důležitých bodech. Individuální odlišnosti jsem vždy považoval za důležitější než jednotlivé odchylky, ale nyní jsem došel k závěru, že [individuální odlišnosti] mají přímo prvořadý význam, a v tom, jak věřím, se spolu shodneme. Argumenty Fleeminga Jenkina mě přesvědčily.“ Aby vyjádřil svůj nový důraz, upravil Darwin páté vydání a všechna následná vydání *Původu* tak, že změnil jednotná čísla označující jednotlivce v plurály, takže „odchylku“ změnil v „odchylky“ a „jednotlivce“ na „individuální odlišnosti“. Přidal také do pátého vydání několik nových odstavců, z nichž přinejmenším dva jsou zvláště zajímavé. V jednom otevřeně připouští:

Zjistil jsem také, že zachování jakékoli příležitostné odchylky ve struktuře, jako je zrůdnost, v přirozeném stavu by bylo velmi vzácnou událostí a že, i kdyby byla zachována, zpravidla by se stejně ztratila kvůli následnému křížení s normálními jedinci. Nicméně dokud jsem si nepřečetl znamenitý

GENIÁLNÍ OMYLY

a cenný článek v *North British Review* (1867), neuměl jsem docenit, jak vzácně se odchylky, ať jsou jen nepatrně nebo velice nápadné, mohou objevit.

V dalším odstavci Darwin předložil své vlastní stručné shrnutí Jenkinova argumentu „rozředění“. Tento odstavec je fascinující hlavně díky dvěma zdánlivě malým, ale extrémně významným odlišnostem od Jenkinova původního textu. Zaprvé Darwin předpokládá, že jeden pár zvířat má dvě stě potomků, z nichž dva přežijí a rozmnoží se. Zdá se tedy, že i navzdory svému nematematickému založení Darwin již v roce 1869 předjímal korekci Jenkina, zdůrazněnou teprve v dopisu A. S. Davise do *Nature* v roce 1871: Aby populace nevymřela, musejí přežít v průměru dva potomci. Zadruhé, což je ještě zajímavější, Darwin ve svém shrnutí předpokládá, že výhodnou odchylku zdědí pouze polovina potomstva „zrudý“. Všimněte si však, že tento předpoklad je zcela protichůdný vůči předpovědím směsné dědičnosti! Naneštěstí Darwin v té době stále ještě nebyl schopen rozpracovat možné důsledky jiné než směsné teorie dědičnosti, a tak přijal Jenkinovy závěry bez nějaké další diskuse.

Existuje nicméně několik náznaků, že směsná dědičnost Darwina již docela dlouho neuspokojovala. V dopisu, jež napsal roku 1857 biologovi Thomasu Henrymu Huxleyovi, svému příteli a zastánci ve veřejné aréně, vysvětlil:

Přistoupím-li k tématu [evoluce] z té stránky, která mě přitahuje nejvíce, čili dědičnosti, měl jsem v poslední době sklon hloubat, velmi hrubě a nejasně o tom, že vyjde najevo, že rozmnožování skutečným oplodněním je spíše nějakým druhem směsice než opravdovou fúzí dvou odlišných jedinců, nebo spíše nespočtu jedinců, protože každý rodič má zase své rodiče a předky. Nijak jinak nedokážu pochopit způsob, jakým by se zkrížené formy navracely v tak ohromném rozsahu k formám svých předků. Tohle všechno je však samozřejmě absolutně hrubá, neopracovaná myšlenka.

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

Ať neopracované nebo ne, toto pozorování bylo extrémně pronikavé. Darwin si povšiml, že kombinace otcovského a mateřského dědičného materiálu připomíná spíše smíchání dvou balíčků karet dohromady než smíchání dvou tekutých barev.

Zatímco Darwinovy myšlenky v tomto dopisu se dají rozhodně považovat za působivé předzvěsti mendelovské genetiky, Darwin byl nakonec svou frustrací ze směsné dědičnosti dohnán k tomu, že rozvinul kompletně chybnou teorii známou jako *pangeneze*. Podle Darwinovy pangeneze celé tělo vydává instrukce rozmnožovacím buňkám. „Předpokládám,“ napsal ve své knize *Proměnlivost rostlin a živočichů vlivem domestikace*,

„že buňky před svou přeměnou v kompletně pasivní či „vytvarovaný materiál“ vydávají nepatrná zrnka nebo atomy, které volně cirkulují systémem, a když jim dodáme vhodnou výživu, množí se dělením, následně se rozvíjejí v buňky, jako jsou ty, z nichž jsou odvozeny... Čili, striktně řečeno, nejsou to reprodukční prvky..., které tvoří nové organismy, nýbrž samotné buňky v celém těle.

Velkou výhodou, kterou Darwinovi poskytovala pangeneze oproti mísení, bylo, že kdyby se měla během života organismu odehrát nějaká adaptivní změna, ona zrnka (nebo „gemule“, jak je nazýval) by si mohla této změny povšimnout, oznámit ji v reprodukčních orgánech a zajistit, aby byla změna přenesena do další generace. Naneštěstí pangeneze odnášela dědičnost přesně opačným směrem, než kam se jí chystala nasměrovat moderní genetika – je to oplodněné vajíčko, které dává pokyny k vývoji celého těla, nikoli naopak. Zmatený Darwin se držel této chybné teorie s podobným přesvědčením, jaké projevoval, když předtím setrval u své správné teorie přirozeného výběru. Navzdory vehementním útokům vědecké komunity napsal Darwin roku 1868 svému velkému podporovateli Josephu Daltonovi Hookerovi: „Jsem plně přesvědčen, že každá buňka ve skutečnosti vydává atom nebo gemuli svého obsahu, ale ať to

tak je, nebo není, tato hypotéza slouží jako užitečný spojovací článek pro různé velké třídy fyziologických faktů, které zůstávají v současnosti absolutně izolované.“ S jistotou také dodával, že „jestliže se pangeneze nyní narodila jako mrtvá, pak se, s pomocí Boží, někdy v budoucnu znovu objeví, zplozena nějakým jiným otcem a pokřtěna nějakým jiným jménem“. To byl perfektní příklad oslnivé myšlenky – částicové dědičnosti –, která strašlivě selhala, protože byla pro svou realizaci včleněna do špatného mechanismu: do pangeneze.

Nikde nevyslovil Darwin své atomistické, v podstatě mendelovské představy dědičnosti jasněji než v korespondenci s Wallacem v roce 1866. Nejprve, v dopise napsaném 22. ledna, poznamenal: „Znám mnohé variety, jež nelze jinak nazvat, které se nesmísí ani nepromíchají, nýbrž produkují potomstvo, které je úplně jako jeden z rodičů.“ Wallace, který nepochopil skutečnou Darwinovu pointu, odpověděl 4. února: „To, že, znáte variety, které se nesmísí ani nepromíchají, nýbrž produkují potomstvo, které je úplně jako jeden z rodičů, není tím zcela fyziologickým testem druhu, jenž je potřebný pro *kompletní prokázání* původu druhů.“

Když si Darwin uvědomil toto nedorozumění, rychle Wallaceho opravil ve svém dalším dopise:

Myslím, že jste zcela neporozuměl tomu, co myslím nemísěním určitých variet. Netýká se to plodnosti. Vysvětlím vám to na důkazu. Zkřížil jsem hrachory Painted Lady a Purple, což jsou velmi odlišně zbarvené variety, a získal – dokonce i z jednoho lusku – obě dokonalé variety, ale ani jednu smíšenou. K něčemu podobnému, myslím si, musí zprvu dojít u vašich motýlů a tří forem kypreje, ačkoli jsou tyto příklady nádherné, co se týče vzhledu, nejsem si jist, že mohou předčít každou ženu na světě, která produkuje zřetelně odlišné samčí a samičí potomky.

Tento dopis je pozoruhodný hned ve dvou věcech. Zaprvé v něm Darwin popisuje výsledky experimentů podobných těm, jež provedl Mendel – vlastně přímo

přesně těch experimentů, které vedly Mendela k formulování mendelovské dědičnosti. Darwin se dostal velmi blízko k tomu, aby mendelovský poměr 3 : 1 objevil sám. Když zkřížil hledík větší (jenž je oboustranně symetrický) s pelorickou formou (ve tvaru hvězdy), potomci z první generace byli všichni z obecného typu, zatímco druhá generace obsahovala osmdesát osm běžných ku třiceti sedmi pelorickým (poměr 2,4 : 1). Zadrugé Darwin poukazuje na tu evidentní skutečnost, že prosté pozorování, že veškeré potomstvo je buď samčí, nebo samičí, nikoli nějaký přechodný hermafrodit, už samo o sobě vyvrací směšnou dědičnost mísením „plechovek s barvami“! Takže důkazy správné podoby dědičnosti ležely Darwinovi přímo před očima. Jak postřehl již v *Původu*: „Nepatrná míra variability u hybridů z prvního křížení neboli v první generaci v kontrastu s jejich extrémní variabilitou v generacích následujících je velmi zajímavá skutečnost, která zasluhuje pozornost.“ Všimněte si také, že celá korespondence mezi Darwinem a Wallacem se odehrála před publikováním Jenkinovy recenze. I přes to všechno, třebaže se Darwin dostal mučivě blízko Mendelovu objevu, nepochopil jeho vše zasahující všeobecnost a nepovedlo se mu rozeznat jeho zásadní, životní význam pro přirozený výběr.

Abychom plně porozuměli Darwinově přístupu k částicové dědičnosti, je zapotřebí rozřešit ještě několik dalších nepřijemných otázek. Řehoř Mendel svůj klíčový článek, v němž popisoval své experimenty a svou teorii genetiky – „Versuche über Pflanzen-Hybriden“ („Experimenty s křížením rostlin“) – přečetl roku 1865 v Brně na zasedání Přírodovědeckého spolku. Je možné, že si Darwin tento článek mohl přečíst? Byly jeho dopisy Wallaceovi z roku 1866 inspirovány (aspoň do určité míry) Mendelovou prací, spíše než aby vyjadřovaly jeho vlastní myšlenky? Jestliže však Mendelův článek četl, jak to, že nepochopil, že Mendelovy výsledky poskytují definitivní odpověď na Jenkinovu kritiku?

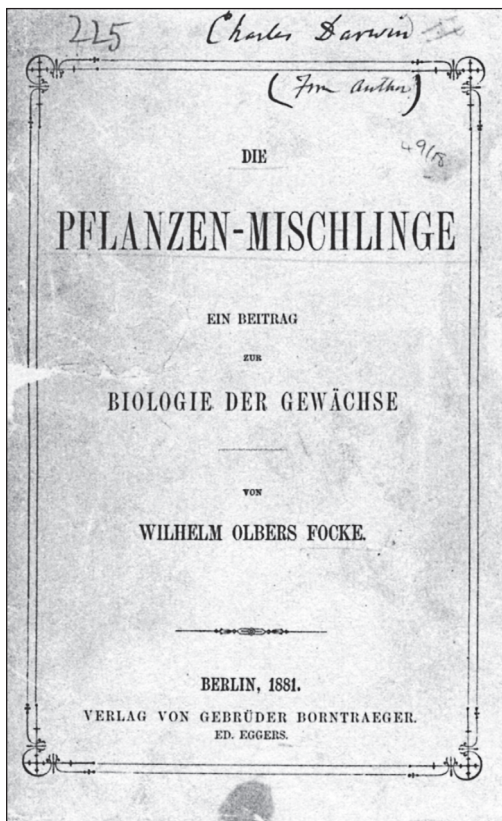
Je nesmírně zajímavé, že celkem tři knihy publikované v letech 1982 až 2000 prohlašují, že v Darwinově knihovně byly nalezeny výtisky Mendelova článku, a čtvrtá kniha (vydaná v roce 2000) dokonce tvrdí, že Darwin navrhl Mendelovo jméno k zařazení do *Encyclopaedia Britannica* pod heslo „hybridizace“. Je jasné, že kdyby se prokázalo, že toto poslední tvrzení je pravdivé, znamenalo by to, že Darwin si byl Mendelovy práce plně vědom.

GENIÁLNÍ OMYLY

Andrew Sclater z Darwin Correspondence Project na Cambridgeské univerzitě v roce 2003 definitivně odpovéděl na všechny tyto otázky. Vychází najevo, že Mendelovo jméno (jakožto autora) se neobjevuje ani jedinkrát v celém seznamu knih a článků vlastněných Darwinem. Není to nijak překvapivé vzhledem k tomu, že Mendelův původní článek se objevil v poněkud neznámém sborníku Přírodovědeckého spolku v Brně, jež Darwin nikdy neodebíral. Kromě toho Mendelova práce chřadla takřka nepřečtena celých třicet čtyři let, až do jejího znovuobjevení v roce 1900, kdy botanici Carl Correns z Německa, Hugo de Vries z Holandska a Erich von Tschermak-Seysenegg z Rakouska nezávisle na sobě vydali podporující důkazy. Nicméně dvě knihy z Darwinova majetku odkazovaly na Mendelovu práci. Darwin ve své knize *The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom* (Účinky křížového opylení a samoopylení v rostlinném království) jednu z těchto knih dokonce citoval: *Untersuchungen zur Bestimmung des Werthes von Species und Varietät* (Zkoumání pro určení hodnoty druhů a rozmanitosti) Hermanna Hoffmanna, publikovanou roku 1869. Nicméně Darwin nikdy necitoval Mendelovu práci, ani nijak nekomentoval jakoukoli zmínku o Mendelovi v Hoffmannově knize. Opět nás to může jen sotva překvapit, protože sám Hoffmann neporozuměl významu Mendelovy práce a veškeré jeho závěry shrnul poněkud diskrétním prohlášením „hybridy disponují tendencí navracet se v následných generacích zpět k rodičovskému druhu“. Mendelovy experimenty s hrachem byly zmíněny ještě v další knize, kterou Darwin vlastnil: *Die Pflanzen-Mischlinge* (Rostlinné hybridy) od Wilhelma Olberse Fockeho. Na obr. 7 vidíte titulní stranu, na kterou Darwin napsal své jméno. Jak jsem mohl vidět na vlastní oči, tato kniha měla ještě o něco smutnější osud: Přesně ty strany, jež popisovaly Mendelovu práci, zůstaly v Darwinově výtisku knihy nerozříznuté! (Dříve se knihy vázaly z celých archů, které bylo nutno rozříznout, aby se daly rozevřít na listy). Obrázek 8 ukazuje fotografii Darwinova výtisku knihy, vyfocenu na mou výslovnou žádost, kde jsou vidět nerozříznuté listy. Jenže i kdyby si Darwin tyto stránky přečetl, nebyl by z nich o mnoho moudřejší, protože Fockemu se nepodařilo Mendelovy principy pochopit.

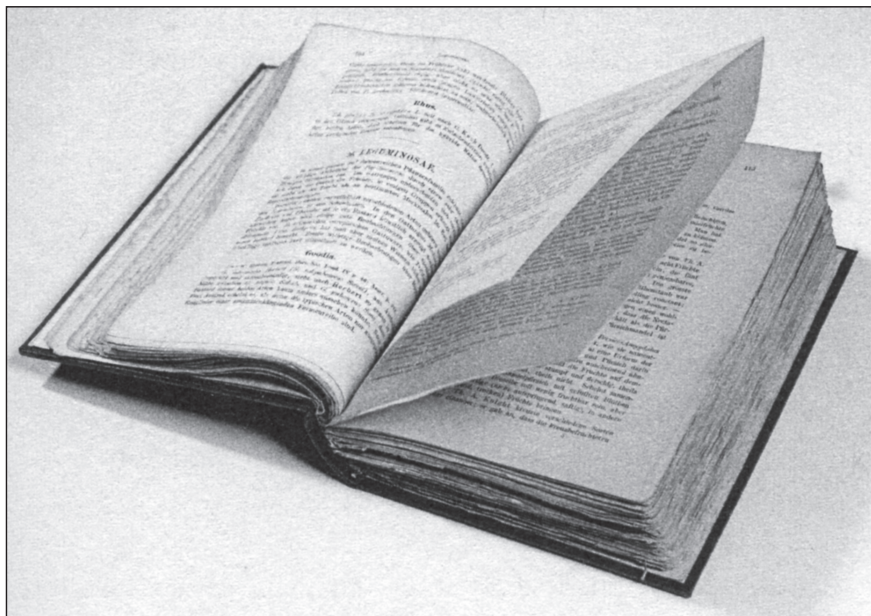
SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

Jedna otázka však stále zůstává: Doopravdy Darwin navrhl Mendelovo jméno do *Encyclopaedia Britannica*? Sclater odpovídá bez sebemenších pochybností: Ne, nenavrhl. Bylo to tak, že když byl požádán přírodovědcem Georgem Romanesem, aby si přečetl návrh příspěvku o hybridizaci pro *Britannicu* a dodal k němu seznam odkazů, zaslal mu Darwin svůj výtisk Fockeho knihy (s nerozříznutými listy) a sdělil mu, že kniha mu „pomůže daleko lépe, než bych dokázal já!“.



Obr. 7

GENIÁLNÍ OMYLY



Obr. 8

Na rozdíl od Darwinovy naprosté neobeznámenosti s Mendelovou prací měly Darwinovy teorie velmi jasný vliv na myšlenky Mendelovy, i když ještě ne v letech 1854–1855, kdy Mendel zahájil své experimenty s hrachem. Mendel vlastnil druhé německé vydání *Původu* vydané roku 1863. Ve svém výtisku si označil některé pasáže linkami na okrajích a jinde si části textu podtrhl. Mendelovo vyznačení v knize ukazuje velký zájem o témata jako náhlé vynoření se nových druhů, umělý a přirozený výběr a odlišnosti mezi druhy. Je jen málo pochyb, že v roce 1866 přečtení *Původu* významně ovlivnilo Mendelovo vlastní psaní, neboť Mendelův článek na mnoha místech hovoří o různých aspektech Darwinových koncepcí. Například v diskusi o původu dědičných změn Mendel napsal:

SÁM TEN ZEMĚKRUH A VŠE, CO CHOVÁ V SOBĚ, POJDE S NÍM

Kdyby změna podmínek vegetace byla jedinou příčinou proměnlivosti, dalo by se očekávat, že tyto vyšlechtěné rostliny, které se pěstovaly po staletí za takřka stejných podmínek, by se navrátily zpět ke stabilitě. Je dobře známo, že tak tomu není, protože přesně mezi takovými rostlinami najdeme nejen ty nejrozmanitější, ale také ty nejproměnlivější formy.

Tento jazyk můžeme porovnat s tím, který je použit v jednom z odstavců Darwinova *Původu*: „Není zaznamenán žádný případ proměnlivého organismu, který by se během šlechtění přestal proměňovat. Naše nejstarší vyšlechtěné rostliny jako pšenice přinášejí stále nové a nové variety: Naše nejstarší domestikovaná zvířata jsou dosud schopna rychlého zdokonalení či přizpůsobení.“ Nejdůležitější však je, že Mendel, jak se zdá, si možná uvědomil, že jeho teorie dědičnosti by mohla vyřešit hlavní Darwinův problém: Dostatečnou zásobu dědičných odchylek, které by mohla evoluce ovlivňovat. To bylo přesně tím místem, kde směsná dědičnost selhávala, jak poukázal Jenkin. Mendel napsal:

Přijmeme-li, že k rozvoji hybridů dochází v souladu s pravidlem stanoveným pro *Pisum* [hrách], musí být každý experiment proveden na velkém množství jedinců... U hrachu bylo experimentálně prokázáno, že hybridy produkují vajíčka a pylová zrna odlišných konstitucí, což je také důvodem rozmanitosti jejich potomstva.

Jinými slovy: zděděná odchylka a vůbec žádné mísení. Navíc se Mendel několikrát pokusil vytvořit odchylky u rostlin tak, že je přesunul z jejich přirozeného prostředí na svou klášterní zahradu. Když se mu tím nepodařilo docílit žádné změny, řekl Mendel svému příteli Gustavu van Niesslovi: „Už mi připadá zcela jasné, že příroda neproměňuje druhy žádným takovým způsobem, musí působit nějaká jiná síla.“ Mendel proto přijal přinejmenším některé části evoluční teorie. Tím nám ovšem vyvstává další zajímavá otázka: Jestliže Mendel souhlasil

s Darwinovými koncepty, a snad dokonce i připustil význam svých vlastních výsledků pro evoluci, proč se potom ve svých spisech nezmínil o Darwinovi jménem? Abychom na tuto otázku mohli odpovědět, musíme porozumět Mendelovým zvláštním historickým okolnostem. Dne 14. září 1852 rakouský císař František Josef I. zplnomocnil arcibiskupa Rauschera, aby působil jako jeho zástupce při sestavování konkordátu s Vatikánem. Tento konkordát byl podepsán roku 1855 a v reakci na prudké změny v Evropě roku 1848 obsahoval přísná nařízení jako: „Veškerá školní výuka katolických dětí musí probíhat v souladu s naukou katolické církve... Biskupové mají právo zamítnout knihy škodící náboženství a mravům a zakázat katolíkům, aby je četli.“

V důsledku těchto zákazů bylo například paleontologu Antonínu Fričovi zakázáno přednášet v tehdejší Praze o jeho dojmech z vědeckého setkání v roce 1860 v Oxfordu, kde Huxley prezentoval Darwinovu teorii. Přestože samotný Vatikán odkládal oficiální prohlášení k Darwinově teorii po mnoho desetiletí, koncil německých katolických biskupů v roce 1860 prohlásil: „Naši první předkové byli stvořeni bezprostředně Bohem, proto prohlašujeme, že názory těch, kdo se odvažují tvrdit, že lidská bytost... se nakonec vynořila ze spontánní nepřetržité změny nedokonalé přírody v dokonalejší, jasně odporuje Písmu svatému i víře.“ V této poněkud tísnivé atmosféře Mendel, roku 1847 vysvěcen na kněze a roku 1868 zvolen opatem kláštera, patrně nepovažoval za moudré vyjadřovat jakoukoli explicitní podporu Darwinových myšlenek.

Přesto se můžeme zamýšlet nad tím, co by se bývalo mohlo stát, kdyby si Darwin skutečně přečetl Mendelův článek před 21. listopadem 1866, kdy dokončil svou kapitolu o neblahé pangenezi. To se samozřejmě nikdy nedozvíme, ale já osobně se domnívám, že by se nic nezměnilo. Darwin nebyl ani připraven přemýšlet v tom smyslu, že odchylka ovlivňuje pouze jednu část organismu, nikoli ty ostatní, ani neměl dostatečné matematické schopnosti, které by mu dovolily sledovat a plně ocenit Mendelův pravděpodobnostní přístup. Vyvinout vědecký, univerzální mechanismus z několika izolovaných případů poměru 3 : 1 při přenosu určitých vlastností určité rostliny, to zřejmě nebyla Darwinova silná stránka. Navíc Darwinova tvrdošíjná obhajoba jeho teorie pangeneze demonstruje,

že v tomto bodě svého života byl možná postižen tím, co moderní psychologové nazývají *iluzí sebejistoty*: Běžným stavem, ve kterém lidé přeceňují své schopnosti. Zatímco se tento princip týká obecně lidí, kteří jsou nezpůsobilí, ale nevědí o tom, může na určité úrovni postihnout kohokoli. Výzkumy například ukazují, že většina šachistů si myslí, že umějí hrát daleko lépe, než jak naznačuje jejich formální klasifikace. Kdyby Darwin skutečně trpěl iluzí sebejistoty, bylo by to poměrně ironické, protože to byl sám Darwin, kdo jednou trefně poznamenal, že „neznalost plodí častěji sebejistotu než znalost“.

Rozřešení složitostí vyvinutí kvantitativního přístupu k fenoménům odchylek a míry přežití a naprostá integrace darwinovského výběru a mendelovské genetiky trvaly zhruba dalších sedmdesát let. Zpočátku, v letech po znovuobjevení Mendelova průkopnického článku z roku 1865 čili po roce 1900, se dokonce mělo za to, že Mendelovy zákony dědičnosti jsou *protikladem* darwinismu. Genetici tvrdili, že mutace – jediná přijatelná forma dědičné odchylky – jsou náhlé a hotové spíše než postupné a selektivní. Tento protiklad byl vyvrácen zhruba ve 20. letech 20. století a následovala celá řada klíčových výzkumných projektů. Nejprve šlechtitelské experimenty s octomilkou *Drosophila* biologa Thomase Hunta Morgana a jeho skupiny jednoznačně prokázaly, že Mendelovy principy platí univerzálně. Následně se genetikovi Williamu Ernestu Castleovi podařilo dokázat, že dokáže vyprodukovat zděděnou změnu výběrem malých odchylek ve vlastnostech u populace krys. A nakonec anglický genetik Cyril Dean Darlington objevil skutečné mechanismy chromozomální výměny genetického materiálu. Všechny tyto a jim podobné studie ukázaly, že k mutacím dochází vzácně a většinou jsou nevýhodné. Při těch vzácných příležitostech, kdy se objeví mutace výhodné, byl odhalen přírodní výběr jakožto jediný mechanismus, který může umožnit jejich šíření v populaci. Biologové také pochopili, že velké množství jednotlivě působících genů může ovlivnit nepřetržitou variaci v určitém znaku. Darwinův gradualismus, podle něhož přirozený výběr působí na miniaturní rozdíly a vyvolává postupnou adaptaci, si vydobyl vítězství.

Darwinův osudový omyl a Jenkinova kritika měly další nečekaný následek: V podstatě vydláždily cestu matematické teorii populační genetiky vyvinuté

GENIÁLNÍ OMYLY

Ronaldem Fisherem, J. B. S. Haldanem a Sewallem Wrightem. Byla to práce, která poskytla definitivní důkaz, že mendelovská genetika a darwinovský výběr jsou vzájemně se doplňující a pro sebe navzájem nepostradatelné. Vzhledem k tomu, že Darwinovi se dostávalo jen chybných základních fakt o genetice, je naprosto úžasné, k jaké pravdě nakonec došel.

Příběh evoluce proto není jen jednoduchým narativním postupem od mýtu k vědomostem, nýbrž celým souborem odklonů, chyb a klikatých cest. Nakonec se všechna tato vzájemně propletená vlákna spojila do jediného závěru: Porozumět životu znamená porozumět velmi spleťtým chemickým procesům, které zahrnují některé velice složité molekuly. Této důležité niti se chytíme opět v kapitolách 6 a 7, až se budeme bavit o odhalení molekulární struktury proteinů a DNA.

Už dříve jsem se zmínil, že Jenkinův článek vedl k několika dalším námitkám proti Darwinově evoluční teorii. Jenkin se při tom spoléhal zejména na výpočty svého přítele a partnera, slavného fyzika Williama Thomsona (později lorda Kelvina), který, jak se zdálo, dokázal, že stáří Země je daleko menší než ohromné časové rozpětí, jaké potřeboval Darwin k tomu, aby jeho evoluční teorie fungovala. Následující polemika nám poskytuje fascinující zjištění, a to nejen o rozdílech mezi metodologiemi v různých odvětvích vědy, ale také (nepochybně daleko spekulativnější) o činnosti lidské mysli.

4. KAPITOLA

JAK STARÁ JE ZEMĚ?

Na počátku stvořil Bůh nebe a zemi...

Kterýžto počátek času, podle naší chronologie, připadá na počátek noci předcházející dvacátý třetí říjnový den v roce 710 juliánského období.

JAMES USSHER, 1658

Lidé se zajímají o věk Země odnepaměti, kam jen sahají naše prameny. Nestává se koneckonců tak často, aby jediné číslo – věk Země – mohlo mít významné dopady na tak odlišné obory jako teologie, geologie, biologie a astrofyzika. Vzhledem k tomu, že každá z těchto různých disciplín přinesla svůj podíl silně tvrdohlavých jedinců, nemělo by nás příliš překvapit, že v době 19. století vedly pokusy o odhadnutí věku Země k řadě vášnivých sporů.

Pojetí univerzálního, lineárního času se neobjevilo hned, samo od sebe. Například ve staré hinduistické tradici neměl čas v podstatě žádné hranice a, podobně jako ve starověkém symbolu urobora – hada zakousnutého do vlastního ocasu –, se předpokládalo, že vesmír prochází ustavičnými cykly destrukce a regenerace. Nicméně staří hinduističtí mudrcové přišli i s jakýmsi „přesným“ věkem Země, který měl v roce 2013 činit 1 972 949 114 let. V západní tradici se Platón a Aristoteles zabývali daleko více otázkami, *proč* a *jak* se vynořil existující řád přírody, než tím, *kdy* to bylo, ale i oni si pohrávali s myšlenkou opakujících se cyklů v souladu s nebeskými pohyby. Naopak v křesťanském světě byl

cyklický čas odmítnut ve prospěch jedinečné, neopakující se přímé linie vedoucí od stvoření až k poslednímu soudu. V tomto náboženském kontextu spadalo určování věku Země po staletí výlučně do rukou teologů. V jednom z nejranějších odhadů Theofil, šestý biskup antiochijský, došel v roce 169 k závěru, že svět byl stvořen asi o 5 698 let dříve. Jeho motivací k výpočtu tohoto věku, jak prohlásil, nebylo „poskytnout toliko předmět k debatám“, nýbrž „osvětlit počet let od založení světa“. Zatímco Theofil ve svém výpočtu připustil určitou toleranci chyb, nemyslel si, že by se mohl odchýlit od pravdy o více než 200 let.

Řada chronologů, kteří ho následovali, měla tendenci prostě sčítat časové intervaly mezi klíčovými biblickými událostmi, biblické věky a doby úmrtí určitých jedinců nebo rozpětí generací. Prominentní postavení mezi těmito biblickými učiteli zaujímali John Lightfoot, v 17. století místokancléř Cambridge University, a James Ussher, jenž se stal v roce 1625 arcibiskupem armaghským. Přestože titul Lightfootovy krátké knihy z roku 1642 byl vytvořen se vši pečlivostí (znělo *A Few, and New Observations, upon the Book of Genesis: The Most of Them Certain, the Rest Probable, All Harmless, Strange and Rarely Heard of Before* čili Několik nových postřehů ke knize Genesis: většina z nich jistá, zbývající pravděpodobné, všechny neškodné, zvláštní a jen zřídka dříve vyslovené), Lightfoot neváhal prohlásit, že ke stvoření prvního člověka – Adama – došlo přesně v devět hodin ráno! Jako datum stvoření světa Lightfoot určil bez nejmenší pochybnosti rok 3928 př. Kr.

Ussherův výpočet byl o něco sofistikovanější v tom, že doplnil biblické zápisy ještě několika astronomickými a historickými daty. Jeho úzkostlivě pečlivý závěr: Svět byl stvořen večer před 23. říjnem v roce 4004 př. Kr. Toto konkrétní datum se v anglicky mluvícím světě velmi proslavilo, protože bylo v roce 1701 přidáno jako okrajová poznámka do anglické Bible.

Je přirozené, že křesťanské pojetí času šlo z větší části v patách tradici židovské, která se také zakládala většinou na doslovném čtení vyprávění v knize Genesis. V kontextu božského dramatu, v němž měl židovský národ sehrávat hlavní roli, bylo pochopitelně rozhodující mít jasnou historii. Podle tohoto odkazu byl svět stvořen asi před 5 773 lety (pro rok 2013). Jeden z nejvlivnějších židovských

JAK STARÁ JE ZEMĚ?

učenců středověku, Maimonides (Moše ben Majmon), prorocky vystupoval proti doslovné interpretaci biblického textu. Jako by předjímal, co řekne Galileo Galilei o více než čtyři staletí později, Maimonides tvrdil, že kdykoli jsou přesná vědecká zjištění v konfliktu s Písmem, měly by se biblické texty přehodnotit a znovu interpretovat. Holandský židovský filosof Baruch de Spinoza zastával stejný postoj: „Znalost... takřka všeho obsaženého v Písmu je nutno hledat pouze v Písmu samotném, tak jako znalost přírody hledáme pouze v přírodě.“ Maimonides ve skutečnosti nebyl první, kdo řekl, že pasáže Genesis byly zamýšleny pouze alegoricky. V prvním století helénistický židovský filosof Filón Alexandrijský napsal jasnozřivě:

Bylo by známkou velké naivity myslet si, že svět byl stvořen buď za šest dní, nebo vlastně v čase vůbec, protože čas není nic než sled dnů a nocí, a tyto věci jsou nezbytně spojeny s pohybem Slunce nad a pod Zemí. Slunce je však součástí nebes, takže čas je nutno považovat za něco následujícího po světě. Proto by bylo správné říct, ne že svět byl stvořen v čase, nýbrž že čas děkuje za svou existenci světu.

Jak uvidíme v 10. kapitole, Filónova poslední věta hezky odpovídá Einsteinovým představám v obecné teorii relativity.

Velký německý filosof Immanuel Kant byl jedním z prvních, kteří kriticky posoudili rovnováhu mezi biblickou interpretací a zákony fyziky. Sám Kant se rozhodně přikláněl k fyzice. V roce 1754 poukázal na nebezpečí spoléhání se na dobu lidského života při odhadování věku Země. Kant napsal: „Člověk dělá tu největší chybu, když se sled lidských generací, které minuly za určité časové období, pokouší použít jako měřítko věku velikosti Boží práce.“ Odkazuje na sarkastickou pasáž francouzského autora Bernarda le Boviera de Fontanelle z roku 1686, v níž růže metaforicky hloubají nad věkem svého zahradníka, Kant navíc „cituje“ tyto růže: „Náš zahradník, to je velmi starý muž, v paměti růží je pořád stejný, jako vždycky byl, neumírá a ani se nemění.“

Zhruba ve stejné době, kdy Kant uvažoval o povaze existence, podnikl francouzský diplomat a geolog Benoît de Maillet jeden z prvních troufalých pokusů použít aktuální pozorování a metodické vědecké uvažování k určení věku Země. De Maillet využil své pozice francouzského generálního konzula na různých místech kolem Středomoří ke geologickým pozorováním, jež ho přesvědčila, že Země nemohla být stvořena do kompletní podoby v jeden okamžik. Místo toho usuzoval na dlouhou historii postupných geologických procesů. Jelikož si byl plně vědom rizik spojených se zpochybňováním dominantního postavení církevní ortodoxie, tvořil de Maillet svou teorii dějin Země v řadě rukopisů, které byly sebrány, uspořádány a publikovány pod názvem *Telliamed* („de Maillet“ pozpátku) teprve v roce 1748 čili deset let po de Mailletově smrti. Práce byla sepsána jako fiktivní řetězec rozmluv mezi indickým filosofem (jménem Telliamed) a francouzským misionářem. Zatímco původní de Mailletovy myšlenky byly poněkud oslabeny fušováním vydavatele, opata Jeana Baptiste le Mascriera, základní argument v nich lze stále nalézt. Moderními slovy to byla teorie něčeho, co je dnes známo jako sedimentace. Zkamenělé skořápky v usazeninových horninách poblíž horských vrcholků vedly de Mailleta k závěru, že mladou Zemi zcela pokrývala voda. Tato hypotéza nabídla potenciální řešení otázky, s níž se trápil již Leonardo da Vinci o dvě staletí dříve: „Jak to, že kosti velkých ryb a ústřic a korálů a různých dalších korýšů a mořských hadů jsou nacházeny na vysokých vrcholcích hor, jež hraničí s mořem, stejně, jako jsou nacházeny v mořských hlubinách?“ De Maillet skloubil svou myšlenku Země pokryté vodou s teorií René Descartese o sluneční soustavě, ve které Slunce sídlí ve víru, kolem něhož se točí planety, a vyslovil se, že voda ze Země utekla do tohoto víru. Když v několika starodávných přístavech jako Acre, Alexandrie a Kartágo pozoroval tempo poklesu mořské hladiny asi o osm centimetrů za století, odhadl de Maillet věk Země na asi 2,4 miliardy let.

Přísně řečeno byly de Mailletovy výpočty a teorie, na níž se zakládaly, v mnoha ohledech chybné. Zaprvé voda Zemi nikdy zcela nepokrývala – de Maillet si neuvědomoval, že místo poklesu vody mohla stoupat pevnina. Zadruhé mělo jeho porozumění skalním útvarům vážné nedostatky. Své argumenty ještě více

oslaboval svými příležitostnými výlety do světa fantazie. Aby například podpořil své tvrzení, že všechny formy života se vynořily z moře (což je myšlenka, která odpovídá současnému přesvědčení), spoléhal se Maillet na popisy mořských panen a lidí s ocasy. I přes to všechno znamenal de Mailletův odhad věku Země výrazný posun v uvažování o tomto problému. Poprvé to nebyl lidský život, podle čeho se stáří Země určovalo, nýbrž spíše tempo přírodních procesů.

De Maillet svou knihu pokorně věnoval romantickému francouzskému dramatikovi Cyranovi z Bergeracu, jenž zemřel necelý rok před de Mailletovým narozením. Své věnování zahájil těmito slovy: „Doufám, že mi nebudete zazlívat, že jsem tuto svou práci věnoval vám, neboť jsem si nemohl vybrat ctihodnějšího Ochránce romantických křídel fantazie, jaká obsahuje.“ Dnes můžeme říct, že de Mailletova práce byla více než jen „romantickými křídly fantazie“: Zahrnovala v sobě semínka geologické chronologie. Určit věk Země vědeckými metodami se mělo zanedlouho ukázat jako úctyhodný intelektuální úkol.

Země a život získávají dějiny

Ve svém mistrovském díle *Principia*, poprvé publikovaném roku 1687, Isaac Newton napsal, že „planeta z rudého rozžhaveného železa, jako je naše Země, to jest asi 40 000 000 stop v průměru, by se stěží stihla ochladit za stejný počet dnů nebo za více než 50 000 let.“ Protože si Newton uvědomoval, že tento výsledek se nedá snadno skloubit s jeho náboženskou vírou, rychle potom poznamenal: „Mám však podezření, že trvání žáru může – v důsledku určitých skrytých příčin – vzrůstat v ještě menším poměru, než je průměr, a měl bych být rád, že skutečný poměr byl prozkoumán prostřednictvím experimentů.“

Newton nebyl jediným vědcem v sedmáctém století, který nad tímto problémem přemýšlel. Slavní filosofové Descartes a Gottfried Wilhelm Leibniz rovněž uvažovali nad ochlazením Země z počátečního roztaveného stavu. Avšak zdá se, že první člověk, který bral vážně Newtonovy rady ohledně experimentálního zkoumání – a kdo měl ještě navíc dostatek fantazie, aby se pokusil použít

problém ochlazování k odhadnutí věku Země –, byl Georges Louis Leclerc de Buffon, matematik a přírodovědec z 18. století.

Buffon byl skutečně plodnou osobností, která se s úspěchem realizovala nejen ve vědě, ale také v oblasti obchodu. Nejvíce zřejmě proslul jasností a energičností, s níž prezentoval svou novou metodu, jak přistupovat k přírodě. Jeho monumentální životní dílo *Histoire Naturelle, Générale et Particulière* (Přírodní historie, obecná i specifická), z něhož bylo za jeho života dokončeno šestatřicet svazků (a osm dalších posmrtně), přečetla v té době většina vzdělaných lidí v Evropě i Severní Americe. Buffonovým cílem bylo vypořádat se postupně s tématy od sluneční soustavy, Země a lidské rasy až po jiné říše živých bytostí.

Ve své duševní exkurzi do fyzické minulosti Země Buffon předpokládal, že Země vznikla jako roztavená koule poté, co byla katapultována ze Slunce v důsledku kolize s kometou. V pravém duchu experimentátora však Buffon nebyl spokojen s čistě teoretickým scénářem, a tak se ihned vrhl do vyrábění koulí různých průměrů a přesného měření času, který potřebují na ochlazení. Z těchto experimentů odhadl, že zeměkoule ztuhla za 2 905 let a na svou současnou teplotu se ochladila za 74 832 let, i když měl podezření, že čas chladnutí mohl být i mnohem delší.

Nakonec to však nebyla čistá newtonovská fyzika, která přenesla problém věku Země do středu pozornosti. Vlna zkoumání fosilií v osmnáctém století přesvědčila přírodovědce jako Georges Cuvier, Jean-Baptiste Lamarck nebo James Hutton, že podle paleontologických i geologických dokladů bylo nutné, aby geologické síly působily po neobyčejně dlouhé časové úseky. Dokonce tak dlouhé, že – jak to vyjádřil Hutton – nebylo možno nalézt „žádné stopy po počátcích a žádné vyhlídky na ukončení“.

S ohledem na rostoucí obtížnost toho, snažit se nacpat celé dějiny Země do biblických pouhých několika tisíc let, se někteří z více nábožensky založených přírodovědců (ovšem nejen oni) rozhodli spoléhat na katastrofy jako povodně jakožto činitele rapidních změn. Jestliže bylo nutno vyhnout se ohromným časovým úsekům, zdálo se, že katastrofy jsou jediným prostředkem, který by mohl významně formovat zemský povrch téměř okamžitě. Jistě, rozložení mořských

fosilií poskytovalo jasné důkazy povodní a zalednění v geologické minulosti Země, jenže mnozí z horlivých stoupenců katastrofické teorie byli přinejmenším zčásti motivováni svou neoblomnou oddaností biblickému textu spíše než vědeckým svědectvím. Richard Kirwan – jeden z velmi známých soudobých chemiků – toto stanovisko jasně zformuloval. Kirwan postavil Huttona přímo do opozice proti Mojžíšovi, když popisoval, jak zděšený byl z pozorování toho, „jak zhoubné je podezření na vysoké stáří zeměkoule pro víru v mojžíšské dějiny a následně i pro náboženství a mravy“.

Situace se začala dramaticky měnit s vydáním třísvazkových *Principles of Geology* (Principů geologie) Charlese Lyella v letech 1830–1833. Lyell, jenž byl zároveň blízkým přítelem Charlese Darwina, vysvětlil, že katastrofická doktrína byla zdaleka příliš chatrná, aby setrvala jako kompromis mezi vědou a teologií. Rozhodl se odložit otázku původu Země stranou a soustředit se na její evoluci. Lyell tvrdil, že síly, které formovaly Zemi – vulkanismus, sedimentace, eroze a podobné procesy – se v podstatě nezměnily po celé trvání dějin Země, a to jak co do síly, tak co do povahy. To byla myšlenka uniformitarianismu, jež inspirovala Darwinovu koncepci gradualismu v evoluci druhů. Základní premisa byla prostá: Jestliže existuje něco, co tyto pomalu působící geologické síly potřebují, aby měly nějaký patrný efekt, je to čas. Spousty času. Lyellovi následovníci se takřka úplně zřekli nějaké představy o jednoznačném věku planety ve prospěch poněkud vágní „nepředstavitelně ohromné“ doby. Jinými slovy, Lyellova Země byla Zemí v takřka *neměnném stavu* se změnami, které se odehrávají šnečím tempem a v takřka nekonečném čase. Tento princip silně kontrastoval s teologickými odhady nějakých šesti tisíc let.

Světový pohled nezměřitelně dlouhého geologického věku do určité míry prostupoval Darwinovým *Původem*, přestože se ukázalo, že Darwinův vlastní pokus odhadnout věk Wealdu – erodovaného údolí, které se táhne napříč jiho-východní částí Anglie – je katastrofálně pochybený a Darwin jej také nakonec odvolal. Darwin u evoluce předpokládal dlouhý sled fází, z nichž každá trvala snad deset milionů let. Mezi jeho postojem a postoji geologů byl však jeden zásadní rozdíl. Zatímco Darwin skutečně potřeboval dlouhé časové úseky, aby

mohla proběhnout jeho evoluce, trval na směrovém „šípu času“, nemohl se spokojit s neměnným stavem nebo periodickým postupem, jelikož pojem evoluce dával času jasný trend. A tak začínaly vřít spory: Nebyly přímo mezi Darwinem a Lyellem osobně, ani mezi geologií a biologií obecně, nýbrž mezi zastáncem fyziky na jedné straně a několika geology a biology na straně druhé. Na scénu vstupuje jeden z nejpozoruhodnějších fyziků své doby: William Thomson, později známý jak lord Kelvin.

Globální ochlazování

V roce 1897 vyšel ve *Vanity Fair Album*, kompendiu nejvýznamnějších zpráv z britského společenského týdeníku, chvalozpěv na lorda Kelvina, z něž část zněla takto:

Jeho otec byl profesorem matematiky v Glasgowě. On sám se narodil v Belfastu před dvaasedmdesáti lety a vystudoval Glasgow University a St. Peter's v Cambridge, na kteréžto fakultě, když se stal Second Wranglerem a nositelem Smithovy ceny (student, který se umístil jako druhý v prestižní matematické soutěži na Cambridgeské univerzitě [tam byla udělována každoročně za matematiku a fyziku]), byl ustanoven odborným asistentem. Jako rodilý Skot se v současnosti navrátil do Glasgowa jako profesor přírodní filosofie a od té doby toho tolik vynalezl a, navzdory svým matematickým znalostem, dokázal tolik dobrého, že jeho jméno – které zní William Thomson – je slavné nejen po celém civilizovaném světě, ale i na každém moři. Neboť když byl ještě pouhým rytířem, vynalezl sir William Thomson námořnický kompas a navigační tlakový hloubkoměr, který je naneštěstí o něco méně znám. V moři vykonal také velkou práci s elektřinou:

Toto je pouze náhled elektronické knihy. Zakoupení její plné verze je možné v elektronickém obchodě společnosti eReading.