



Marcus Chown

# Nekonečno v dlani

Padesát divů našeho  
neobyčejného vesmíru

≡ KNIHA ZLIN



**Allison, Colinovi, Rosie, Timovi a Ornelle**  
věnuje s láskou Marcus

# 1

## Společná nit

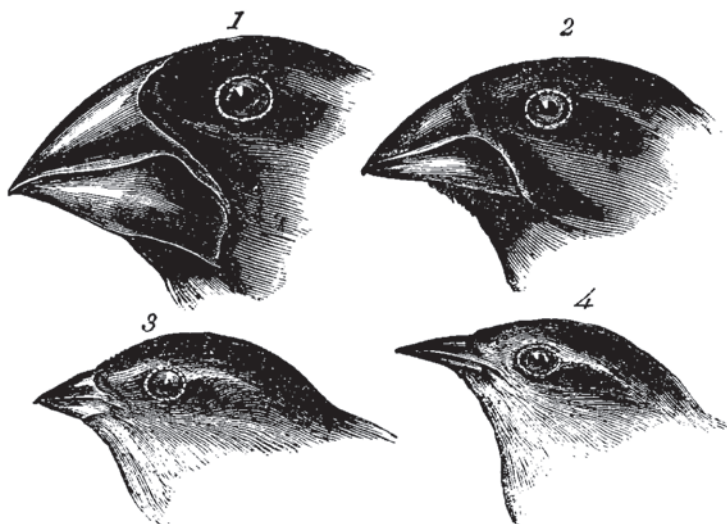
### Z jedné třetiny houba

*„Jaký jsem byl hlupák, že mě to nenapadlo.“*

Výrok Thomase Huxleyho, když se doslechl o Darwinově teorii evoluce  
přírozeným výběrem

Jsme z jedné třetiny houba. Vážně. Vy, já, zkrátka my všichni sdílíme třetinu naší DNA s houbami (jako by můj seznam těch, komu posílám vánoční přání, nebyl už tak dost dlouhý!). To je pádný důkaz, že lidé mají s houbami – a vlastně veškerými tvory, kteří se dnes na zemi vyskytují – společného předka. Jako první to pochopil anglický přírodovědec Charles Darwin.

V roce 1831 dostal v pouhých dvaadvaceti letech nabídku zúčastnit se jako badatel plavby lodí Královského námořnictva *HMS Beagle*. Během pětileté výpravy pak učinil celou řadu pozoruhodných zoologických postřehů. Všiml si například, že ptáci a zvířata na odlehlých Galapágách, ostrovech nacházejících se 1 000 kilometrů západně od pobřeží Jižní Ameriky, se zdají být příbuznými malé skupiny ptáků a zvířat z pevniny. Navíc se zástupci fauny žijící na jednotlivých ostrovech Galapážského souostroví mírně lišili i mezi sebou. Nejznámější je poznatek, že pěnkavy z ostrovů s výskytem větších ořechů měly kratší a silnější zobáky než pěnkavy z ostatních ostrovů.



Dokonale uzpůsobené nástroje: Darwinovy kresby ukazují, jak se zobáky galapážských pěnkav díky přirozenému výběru staly ideálním nástrojem pro rozlousknutí právě těch druhů ořechů, které se na daném ostrově nacházely.

Po osmnácti měsících usilovného přemítání se Darwinovi rozsvítilo. Uvědomil si, proč jsou zvířata tak dokonale uzpůsobena svému životnímu prostředí. Nebylo to proto, jak tehdy věřila většina lidí, že tak byla „navržena“ Stvořitelem. Existoval naprosto přirozený mechanismus, který tuto „iluzi designu“ navodil.

Darwin si uvědomil, že většina tvorů produkuje mnohem více potomků, než kolik se jich může z dostupné potravy uživit, a většina z nich je tedy odsouzena k smrti vyhladověním. V tomto boji o přežití vítězili jedinci, kteří byli nejlépe uzpůsobeni k využívání zdrojů ve svém prostředí, zatímco ti nejhůře uzpůsobení hynuli. Ztráty byly ohromné. Ovšem během toho-

to procesu evoluce na základě přirozeného výběru se živočišné postupy měnily a každá nová generace tak byla přizpůsobena okolním podmínkám o něco lépe než ta předchozí.

Darwin usoudil, že když se Galapágy, souostroví sopečného původu, před miliony let vynořily z moře, na ostrovy se z jihoamerického kontinentu dostala hrstka živočichů – ptáci přiletěli, další sem byli při bouřích zahnáni na kobercích z vegetace. Našli tu téměř neobydlený svět, a tak se rozšířili a obsadili veškeré volné ekologické niky. Darwinovy pěnkavy žijící izolovaně na jednotlivých ostrovech byly vystaveny krutému selekčnímu tlaku: ty, které se nedokázaly dostatečně přizpůsobit, nemilosrdně vyhynuly; ty nejlépe uzpůsobené přežily. V případě ostrova s výskytem velkých ořechů nevyhnutelně přežily pouze pěnkavy s krátkými a tlustými zobáky, jimiž tyto ořechy dokázaly hravě rozlousknout.

Darwinova odvaha spočívala v tom, že se svou teorií evoluce přirozeným výběrem vystoupil, aniž znal odpověď na dvě zásadní otázky: zaprvé, jakým způsobem se vlastnosti přenáší z generace na generaci, respektive dědí; a zadruhé, co způsobuje různorodost potomstva, tedy dostatek materiálu pro samotnou realizaci přirozeného výběru. Dnes už víme, že tyto dva aspekty spolu úzce souvisejí. Program pro vznik každého organismu je uložen ve velké biologické molekule zvané deoxyribonukleová kyselina neboli DNA, která se nachází v každé buňce.<sup>1,2</sup> A právě mutace, k nimž při přepisování DNA během rozmnožování buněk často dochází, dávají vzniknout řadě nových a rozmanitých vlastností u potomků. „Schopnost mírně chybovat je tím skutečným zázrakem DNA,“ prohlásil americký biolog Lewis Thomas. „Bez této zvláštní schopnosti bychom stále byli anaerobními bakteriemi a bylo by po legraci.“

Podle Darwina se veškeré současné organismy na Zemi vyvinuly přirozeným výběrem z jednoduchého společného prapředka.

A to je právě ten důvod, proč se třetina naší DNA shoduje s DNA hub. Následující sekvence DNA je totiž přítomna v každé buňce každého tvora na Zemi, včetně každé ze sta bilionů buněk vašeho těla: GTGCCAGCAGCCGCGGTAATTCCAGCTCCA-ATAGCGTATATTAAAGTTGCTGCAGTAAAAAG.<sup>3</sup> Existuje snad pádnější důkaz, že všechny organismy jsou navzájem příbuzné a že se vyvinuly ze společného předka, přesně jak tvrdil Darwin? Řečeno slovy Thomase Huxleyho: „Veškerá současná DNA, jejíž řetězec se vine všemi buňkami na Zemi, je zkrátka jen rozšířenou a vylepšenou původní molekulou.“<sup>4</sup>

Darwin si byl vědom toho, že proces evoluce na základě přirozeného výběru musel být nesmírně pomalý, že muselo trvat desítky milionů, ne-li miliard let, než vznikl na Zemi dnešní život ve své rozmanitosti. První nesmělé důkazy o existenci života na naší planetě pocházejí z doby přibližně před 3,8 miliardy let. Lze se domnívat, že první buňka – přezdívaná „poslední univerzální společný předek“ (*last universal common ancestor, LUCA*) – vznikla zhruba před 4 miliardami let, tedy pouze půl miliardy let po zrodu Země. Jak přesně k tomu došlo a díky čemu byl učiněn rozhodující krok od neživého k živému, to zatím zůstává jednou z hlavních nezodpovězených otázek vědy.

## 2

# **Chyt' mě, když to dokážeš**

## **Některé hlenky mají třináct pohlaví**

*„Můj sexuální život, to je jízda. Můj přítel totiž bydlí přes šedesát kilometrů daleko.“*

Phyllis Dillerová

Některé hlenky mají třináct různých pohlaví (a to jste si mysleli, kdovíjaké potíže máte s nalezením a udržením toho pravého partnera *vy!*). Na rozdíl od lidských spermií a vajíček, jež se od sebe výrazně liší svou velikostí, jsou pohlavní buňky hlenek stejně velké. O pohlaví buněk místo toho rozhodují geny označované jako MatA, MatB a MatC, které se vyskytují v různých variantách. Ve skutečnosti je tolik možností, že jejich buňky mohou mít teoreticky více než 500 různých pohlaví. K reprodukci si musí hlenka jednoduše najít partnera s odlišnými variantami svých tří genů.<sup>5</sup>

Nikdo netuší, proč mají některé hlenky pohlaví třináct, jiné přes pět set. Ale stejně tak nemáme ponětí, proč mají lidé pohlaví jen dvě. Ostatně neznáme ani důvod, proč se lidé vůbec rozmnožují pohlavně.

Ve hře zvané evoluce jde především o to předat své geny další generaci.<sup>6</sup> Ne pouze některé z nich, ale všechny. Nejrozumnějším řešením by proto bylo naklonovat se: tím si zajistíte přenos 100 procent vašich genů na potomstvo. Ostatně právě

takové nepohlavní rozmnožování praktikuje většina tvorů na Zemi. Organismy, které se rozmnožují pohlavně, však předávají potomstvu jen 50 procent svých genů. K dosažení stejného výsledku jako organismy rozmnožující se nepohlavně tedy musí jednak zplodit dvojnásobek potomků, ale ještě musí vynaložit další energii na nalezení vhodného partnera. Pohlavní rozmnožování tak, zdá se, nedává vůbec žádný smysl.

Existuje celá řada teorií, proč se rozmnožujeme pohlavně, ale až donedávna žádná z nich nepůsobila příliš přesvědčivě. Jedna z nich však v posledních letech získává stále větší uznání – a kupodivu v ní figurují parazité.

Na celém světě jsou bohužel více než dvě miliardy lidí infikovány některým z parazitů, od střevních červů až po parazity způsobující malárii. Tito parazité jsou většinou malí a velmi rychle se množí. To znamená, že jich během života hostitele vznikne mnoho generací. Proto se mu dokážou rychle přizpůsobovat a efektivně využívat jeho zdroje. Vše pochopitelně probíhá na úkor hostitele, který je řáděním parazitů v těle oslaben a zanesení organismu parazity může dokonce skončit i smrtí.

Abychom pochopili, jak souvisí pohlavní rozmnožování s parazity, představme si DNA konkrétního organismu jako balíček karet. Dojde-li k naklonování organismu, potomek podědí celý balíček karet, nanejvýš se jedna nebo dvě karty mohou v důsledku náhodných mutací mírně lišit. Při pohlavním rozmnožování však potomek zdědí jen polovinu karet z balíčku jednoho rodiče a ty se promíchají s polovinou karet z balíčku druhého rodiče. Liší se tedy nejen od obou svých rodičů, ale je zcela jedinečný. Novému organismu nejsou parazitické rodičů uzpůsobeni a umírají.

S myšlenkou, že pohlavní rozmnožování má za úkol neustále komplikovat život parazitům, přišel americký biolog Leigh Van Valen v roce 1973.<sup>7</sup> Dospěl k závěru, že ačkoli mají



parazitě schopnost se velmi rychle měnit, hostitelé se přizpůsobují ještě rychleji a neustálé útoky parazitů díky tomu přežívají.

V knize *Alenka za zrcadlem* z roku 1871, pokračování *Alenčinych dobrodružství v říši divů*, popisuje Lewis Carroll, jak Alenka běží vedle Královny a nechápe, proč zůstávají stále na místě.

„To v naší zemi,“ Alenka se stále ještě zajímala, „když se běží tak dlouho, jak my jsme běžely, obyčejně se dojde někam jinam.“

„To je mi nějaká loudavá země!“ řekla Královna. „Jak vidíš, tady musíš běžet ze všech sil, abys setrvala na jednom místě.“

Van Valenovo vysvětlení pohlavního rozmnožování jako závodu s parazity je proto také nazýváno „hypotézou Červené královny“. V roce 2011 proběhl experiment, který tuto hypotézu významně podpořil.<sup>8</sup> Američtí biologové vytvořili pomocí genetické manipulace dvě odlišné populace jistého druhu hlístice, háďátka obecného (*Caenorhabditis elegans*): jedna z nich se rozmnožovala nepohlavně, oplodněním vlastních vajíček, zatímco ta druhá pohlavní cestou, pářením samčích a samičích jedinců.<sup>9</sup> Vědci poté obě skupiny infikovali patogenní bakterií *Serratia marcescens*. Zatímco nepohlavně se rozmnožující populaci háďátek tato bakterie rychle vyhubila, druhou skupinu nikoli. Pohlavně se rozmnožujícím háďátkům se totiž podařilo v evolučním závodě parazitující soupeře předběhnout – neustále běžela rychleji. Možná to není zrovna nejromantičtější vysvětlení, ale zdá se, že důvodem, proč se zamilováváme a žijeme pohlavním životem, je ve skutečnosti jen obrana proti parazitům.

### 3

## Fígl s kyslíkem

### Miminka na raketový pohon

*„V každém z nás neustále probíhá proces spalování, podobně jako u hořící svíčky.“*

Michael Faraday<sup>10</sup>

V postýlce se zavrtí nemluvně. Raketa vystřelí v oblaku kouře a plamenů vzhůru k nebesům. Nejspíš se domníváte, že tyto dvě skutečnosti spolu příliš nesouvisejí. Jste však na omylu. V obou případech je zdrojem energie stejná chemická reakce. Nejen rakety, ale i miminka jsou poháněna raketovým palivem.

Až tak překvapivé, jak by se mohlo zdát, to ve skutečnosti není. Dostat těžkou raketu na oběžnou dráhu vyžaduje jako efektivní zdroj energie to nejúčinnější palivo. Život na Zemi má za sebou téměř čtyři miliardy let experimentování metodou pokus-omyl. Bylo by přinejmenším podivné, kdyby za tu dobu při hledání zdroje energie pro biologické procesy nenařazil na ten nejúčinnější.

Tímto zdrojem je chemická reakce mezi vodíkem a kyslíkem, běžněji známá jako *hoření*. Všichni živočichové získávají vodík z potravy a kyslík ze vzduchu. Raketám dodává tekutý vodík a tekutý kyslík člověk. Podívejme se blíže na to, jak tato reakce probíhá a odkud se bere tak ohromné množství energie.