

ÚVOD

Jen málo národů a lidských pospolitostí na Zemi nemá svůj mýtus o stvoření. Američtí Irokézové věřili, že svět a všechno v něm stvořili nebeští lidé, podle starověkých Japonců byl svět výtvorem bohů, kteří vzešli z jediného výhonku, a mnozí dnešní lidé mají za to, že vesmír stvořil v té či oné formě nějaký bůh.

Naše knížečka vypráví pozoruhodný příběh moderní historie stvoření, který během posledního století a půl pečlivě sestavily tisíce botaniků, zoologů, chemiků a biologů z celého světa. Namísto působivého symbolismu mýtů nebo mechanicky opakovaných jistot náboženských nauk je formulován obtížným jazykem experimentální vědy. Pro mnohé současníky může být ale tento příběh stále stejně vzrušující jako v roce 1859, kdy jej poprvé zveřejnil Charles Darwin jako těžko uvěřitelné vyprávění o bakterii, z níž se stal červ, z něho vznikla ryba, z té vzešel plaz, který se přeměnil v cosi jako hladavce, který se přeměnil v opici a ta se stala lidskou bytostí, která opustila domovskou Afriku – a díky ní tu jsme my.

Zní to podobně fantasticky jako řada mýtů o stvoření. Stejně jako všechna dobrá vyprávění je i příběh o evoluci plný sexu, smrti, rodinných rozbrojů i přátelství. Je to příběh, o němž někteří slyšeli poprvé teprve nedávno, jiní ho dosud neznali vůbec a vědci jej stále zaplňují novými podrobnostmi. Tento příběh stále není dokončený a neustále se odvíjí. Pokud přežijeme éru masového vymírání, kterou připravujeme pro naše souputníky na této malé ohnivé kouli pokryté tenkou vrstvou zeminy, stane se nakonec i z nás něco jiného.

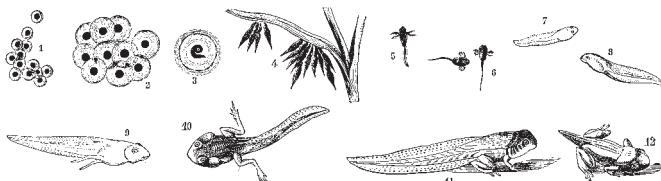
VELKÁ RODINA ŽIVOTA

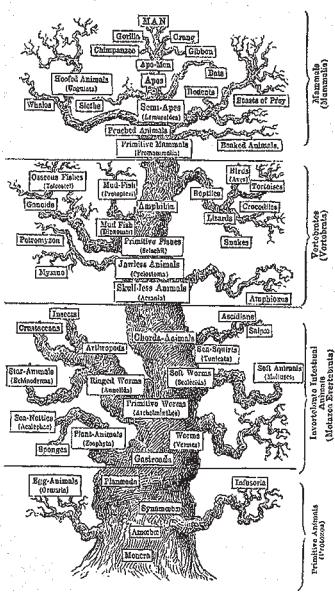
mlha se zvedá

Mezi mlhavými myšlenkami minulých století se vynoří občasné záblesky nového, nezvyklého pohledu; představy, že lidstvo, spolu se všemi ostatními živými organismy, se neobjevilo najednou, nýbrž že vznikalo v procesu biologické adaptace – *evoluce*.

Carl Linné (1707–1778) vydal v roce 1735 dílo *Systema naturae* (Soustava přírody), v němž nahradil klasické třídění živočichů na základě způsobu jejich pohybu systémem říší, kmenů, řádů, čeledí, rodů a druhů, který používáme dodnes. Na pohled bylo zřejmé, že tyto skupiny živočichů a rostlin se jakýmsi způsobem vyvinuly ze společných předků nebo jedna ze druhé; od počátku 19. století se tak přírodovědci snažili usilovně zjistit, jak se to přesně dělo. V roce 1809 předložil Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829) teorii, podle níž se druhy vyvíjely prostřednictvím získávaných rysů tak, že drobné (a často užitečné) změny v jejich ustrojení, jichž nabýly během svého života (jako když si například tenista vypracuje svaly na pažích), přecházejí na jejich potomstvo. Tato hypotéza byla sice populární, měla však závažné vady. Ukázalo se, že potomci se od svých rodičů často výrazně liší, a podstatné je zejména to, že znaky získané během života, jako třeba poranění nebo větší svaly, není možné předávat dalším pokolením.

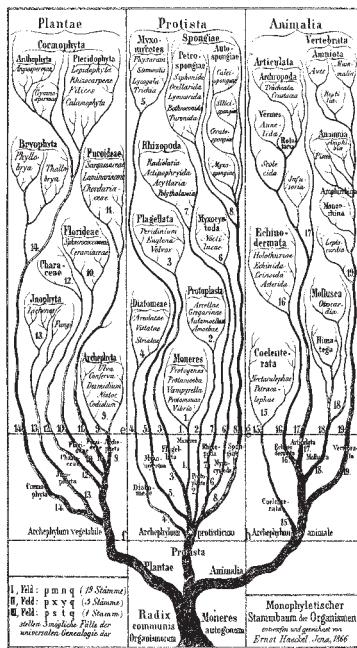
Lamarckova teorie nefungovala. Něco tomu chybělo.





Vlevo: Raný Linnéův strom života znázorňuje jednotlivé kategorie organismů se savci nahore a člověkem na vrcholku. Byl to sice průlom, tyto ané verze ale neměly příliš daleko ke středověkemu etetčci bytí či hierarchii duší, kde stojí na vrcholku

Bůh, pod ním jsou andělé, dále lidé, zvířata, rostlinky a nakonec nerosty, přičemž každá říše má přirozenou nadvládu nad těmi, které se nacházejí pod ní.



Vpravo: Původní strom života Ernsta Haeckela z roku 1866, kde jsou živé organismy rozděleny do tří základních skupin – rostlin, živočichů a protistů (různorodé skupiny eukaryotních mnohobuněčných organismů, které nezapadají do říše rostlinné ani živočišné). Termín protista razil sám Haeckel. Dnešní klasifikace se od tohoto grafu v některých důležitých ohledech liší (například houby se dnes považují za samostatnou říši). Moderní verze stromu života najdeme na závěrečných stránkách naší knížky (str. 50–58).

VELKÁ MYŠLENKA

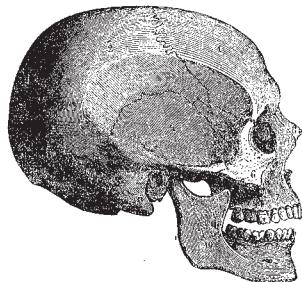
jít, množit se, adaptovat se a předávat to dál

V roce 1859, po více než 25 letech sběru vzorků a zkoumání rozdílů mezi druhy, zejména u skupiny koryšů zvaných svijonožci, představil Charles Darwin světu svou teorii evoluce prostřednictvím přirozeného výběru. S Lamarckovou teorií byla v přímém rozporu. To, že potomci jedných rodičů mají rozdílné znaky (argumentoval Darwin), plně dostačuje, aby příroda sama selektovala jedince o něco lépe uzpůsobené věčně se měnícímu prostředí. Drobné změny, z nichž každá přináší malé výhody, by se mohly během mnoha generací nastřídat a nakonec vytvořit velké rozdíly, dokonce i nové druhy. Herbert Spencer (1820–1903) v roce 1864 přišel s výrazem „přežítí nejzdatnějších“, který se pokouší celou myšlenku vyjádřit v kostce.

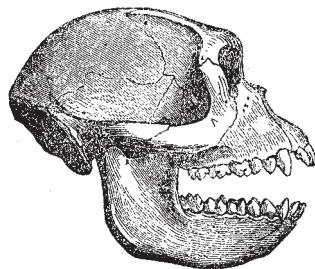
Darwinismus vytlačil Lamarckovu teorii, třebaže nikdo, ani sám Darwin, zatím neuměl přinést empiricky podložené vysvětlení mechanismu, který podporuje tvorbu odchylek umožňující fungování přirozeného výběru. *Gemuly*, jak zněl jeho termín pro částice zodpovědné za biologický přenos znaků a v mnoha ohledech podobné Mendelovým páru (strana 8), v té době ještě on sám neznal.

Darwinova teorie rovněž tvrdí, že člověk vzešel z opicích předků. Tento tehdy revoluční koncept evoluce zpochybnil dosavadní místo člověka ve světě a napadl dávno zakořeněná přesvědčení o povaze stvoření.

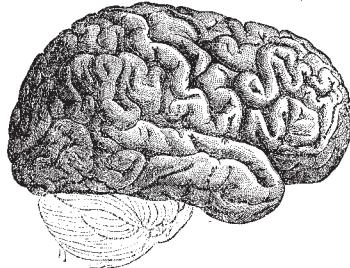




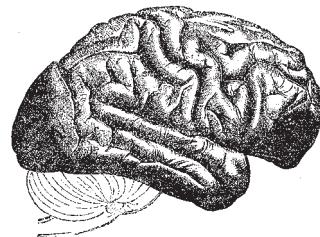
LIDSKÁ LEBKA



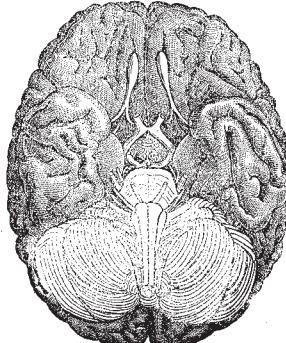
LEBKA ŠIMPANZE



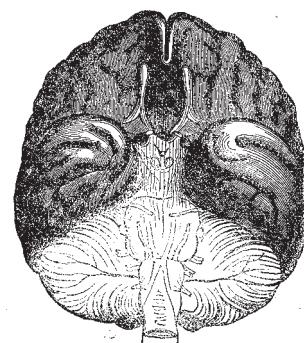
LIDSKÝ MOZEK



MOZEK ŠIMPANZE



LIDSKÝ MOZEK



MOZEK ŠIMPANZE

Nahoře a vlevo: Nápadné podobnosti mezi lidmi a šimpanzi naznačovaly, že oba druhy jsou úzce spřízněné a že člověk je jedním z druhů lidoopů. Od té doby se nenalezl ženiný doklad, který by tomu odpovídal, pouze další podpůrné důkazy.

ŽIVOUCÍ DŮKAZ

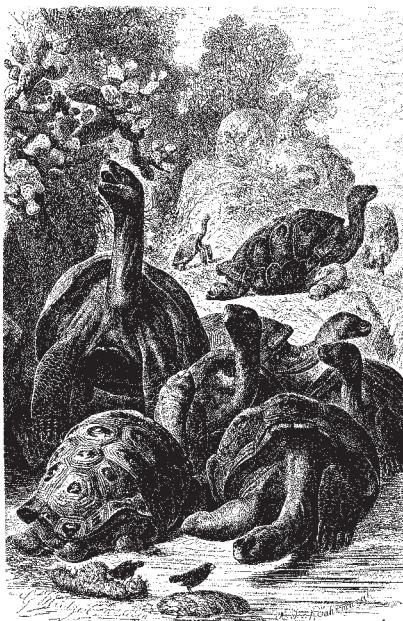
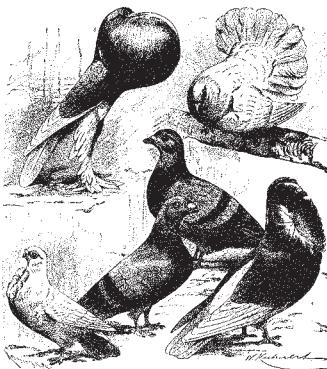
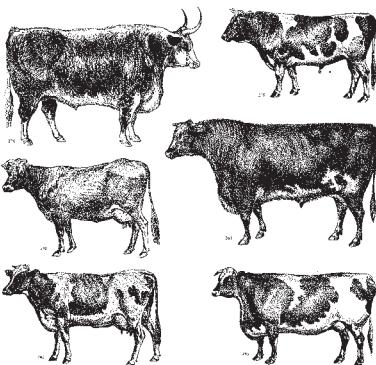
a slepé uličky

Na podporu své teorie Darwin shromáždil významné příklady evoluce v akci. Jedním z nich byl *umělý výběr* čili šlechtění. Darwin poukazoval na to, že lidé vytvořili domestikované rostliny a zvířata tím, že uplatnili selekcii v populacích druhů v zajetí. Pečlivé šlechtění, dokládal, vytvořilo žadoucí znaky u psů, koček, koní, holubů nebo drůbeže (*naproti nahoře*) v podstatě týmž způsobem, jakým to dělá sama příroda.

Při cestě lodí *Beagle* (v letech 1831–36) si Darwin všiml skupin úzce příbuzných druhů, které se podle všeho přizpůsobovaly mírně rozdílným požadavkům prostředí. Když v roce 1835 zkoumal plazy a ptáky na souostroví Galapág, zjistil, že každý ostrov má svůj charakteristický druh želvy (*naproti*) a pěnkavy (*dole*); to dokazovalo, že izolace umožnila přirozenému výběru nasměrovat populace se společným předmětem na různých ostrovech do různých evolučních směrů.

Zůstávaly dva problémy: zaprvé, Darwin prokázal pouze horizontální evoluci, nikoli vertikální přenos znaků; druhy se mohou určitým způsobem adaptovat a obměňovat, želva ale zůstává želvou a pták ptákem, takže jeho teorie ještě nevysvětlovala, jak se na světě objevily nové typy živočichů a rostlin. Zadruhé, Darwinova teorie postrádala prokazatelný mechanismus, který za těmito změnami stojí.





Nahoře: Selektivní šlechtění skotu vytvořilo stovky plemen se specifickými vlastnostmi. Některá plemena se chovají na mléko, jiná na maso, některá pro teplé klima, jiná pro mrazivé svahy hor. Rovněž kur domácí se selektivně šlechtí, některé typy na vajíčka, jiné na maso. Darwín u sebe doma šlechtí holuby, aby lépe porozuměl procesu umělé selekce a poznal z první ruky, jak rychle lze drobné odchylky u jedinců přenést na celé populace.

Vlevo: Obří želvy na Galapágách. Na těchto ostrovech existují nyní 11 druhů želv a pravděpodobně všechny pocházejí z jediného předka. Na ostrovech, kde je sucha a kromě kaktusů tam toho příliš neroste, mají vyšší želvy s delšími krky vůči svým nižším konkurentům výhodu. Rovněž tam mají větší možnost přežítí vyšší kaktusy, což je příklad evolučního závodu ve zbrojení. Želvy také dovolují místním pěnkavám (naproti vlevo) vyzobávat jím z kůže roztocé, což prospívá oběma stranám a jde o příklad vzájemné symbiozy.

ZNEUZNANÝ MNICH

hráč a jeho zvláštní znaky

V době, kdy Darwin hloubal nad mechanismem dědičnosti, s ním moravský mnich Gregor Johann Mendel (1822–1884) experimentoval už celá léta. Od roku 1856 začal Mendel křížit rostliny hrachu, protože tušil, že dědičnost lze matematicky předpovídат. Do roku 1865 otestoval přes 29 000 rostlin a nahromadil dostatečné množství údajů, aby mohl ukázat, že při řízeném křížení je možné přesně předpovědět poměry mezi párovými znaky (například hladké \times zvrásněné slupky plodů nebo vysoké \times zakrslé rostliny). Kupříkladu zkřížením vysokých a zakrslých rostlin hrachu vznikali pouze vysocí jedinci. Při jejich dalším vzájemném křížení se ale zakrslost znova objevila v další generaci a poměr mezi vysokými a zakrslými potomky činil 3 : 1. Mendel usoudil, že to způsobují páry specifických částic (nyní známých jako *alely*), z nichž jedna je dominantní a druhá recessivní (příklad viz naproti nahoře).

Mendel měl pravdu. Dnes už víme, že některé jiné druhy – jako například hledík – mohou při křížení odrůd s červenými a bílými květy vykazovat i neúplnou dominanci (příklad naproti dole). A existuje i kodominance, kdy žádná z alel není recessivní. Příkladem je systém krevních skupin AB0, který určují tři alely – I^A , I^B a i . Alela i je recessivní vůči I^A i I^B a vytváří krevní skupinu 0, zatímco alely I^A a I^B jsou kodominantní. Dědíme dvě alely, jednu od každého rodiče, a můžeme tak mít buď skupinu A ($I^A I^A$, $I^A i$), B ($I^B I^B$, $I^B i$), AB ($I^A I^B$), nebo 0 ($i i$). Také víme, že k rozdílu mezi skupinami 0 a A stačí změna jednoho písmene na chromozomu 9, o tom ale více později.

Darwin o Mendelově práci nikdy neslyšel, svět s ní seznámil až kolem roku 1900 William Bateson (1861–1926).

DOMINANTNÍ a RECESIVNÍ ZNAKY



VV
čisté linie
vysoké a zakrslé rostliny

= křížení plodí =
pouze vysoké
jedince



Vz
první generace (děti)

křížení plodí vysoké a zakrslé 3 : 1



VV



Vz



Vz



zz

druhá generace (vnuci)

Nahoře: Mendelův původní experiment s hrachem. Jestliže byly páry čisticích původních rostlin V-V (vysoké, dominantní) a z-z (zakrslé, recessivní), pak budou v první následné generaci všechny rostliny V-z, tj. všechny vysoké, kdežto v další generaci způsobí stejně počty V-V, V-z, z-V a z-z (kvůli dominanci znaku V) pozorovaný poměr mezi vysokými a zakrslými rostlinami 3 : 1.

NEÚPLNÁ DOMINANCE



čč
čisté linie
červené a bílé hledíky

= křížení plodí =
pouze růžové
jedince



čb
první generace (děti)

křížení plodí červené, růžové a bílé 1 : 2 : 1



čč



čb



bb

druhá generace (vnuci)

Nahoře: Příklad neúplné dominance u hledíku. Původní rostliny jsou Č-Č (červené květy, částečně dominantní) a b-b (bílé květy, recessivní). První následná generace je celá Čb s růžovými květy, zatímco další generace bude mít potomky s červenými, růžovými a bílými květy v poměru 1 : 2 : 1.

CHROMOZOMY

geny a DNA

Ke konci 19. století začali přírodovědci zaměřovat své mikroskopy na buněčná jádra a hledat složky zodpovědné za evoluční mechanismus; pro proužkované pilulkovité částice, které v jádru spatřili, vytvořili termín *chromozom*. Pozorování způsobu dělení buněk (*mitózy*), tvorby pohlavních buněk zvaných gamety (*meioza*) a oplodňování ukázala, že chromozomy se chovají organizovaně, a brzy se objevila hypotéza, že právě to mohou být ony řetězce dědičných částic, které nesou zděděné informace. Ve 20. letech minulého století se zjistilo, že černé vlákno uvnitř chromozomu je řetězcem nukleotidů z nukleových bází, cukrů a fosfátů, tedy deoxyribonukleovou kyselinou čili DNA. Její pozoruhodnou strukturu dvoušroubovice vědci objevili v roce 1953.

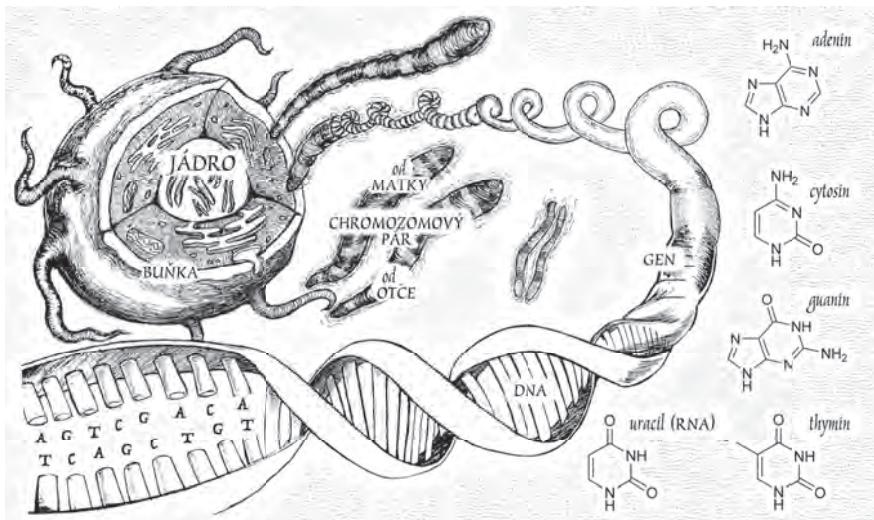
DNA je univerzální čtyřpísmenný kód veškerého života na Zemi, to znamená, že ho všechny organismy používají přesně stejným způsobem. Počet chromozomů se druh od druhu liší (*naproti nahoru*), téměř všichni živočichové však nesou v každém buněčném jádru dvě verze každého chromozomu, jeden od matky, druhý od otce; v každém chromozomu jsou pak rozmištěny speciální úseky DNA zvané *geny*.



23 chromozomů lidského genomu. V každém jádru se nacházejí dvě kopie od každého z nich. Jedna pochází od vašeho otce, druhá od vaší matky. Chromozom Y máte od otce a dělí z vás muže.

ŽIVOČICHOVÉ	32 MORČE 64	7 PŠENICE TVRDÁ, X4, 28
3 KOMÁR 6	32 VACÍČEK 64	7 PŠENICE SETÁ, X6, +2
4 OCTOMILKA 8	32 DIKOBRAZ 64	8 VOJTEŠKA, X4, 32
6 MOLUCHA DOMÁCÍ 12	35 VELBLOUD 70	9 SALÁT HLÁVKOVÝ, X2, 18
12 MLOK 24	37 KUR DOMÁČÍ 74	10 KUKUŘICE, X2, 20
13 SKOKAN LEOPARDÍ 26	39 PES 78	11 FAZOLE, X2, 22
16 ALIGÁTOR 32	41 KROCAN 82	12 BRAMBOR, X4, 48
20 REJSEK 40	66 LEDNÁČEK 132	12 RAIŽĚ, X2, 24
20 VEVERKA 40	104 KRAB KRÁLOVSKÝ 208	12 RYŽĚ, X2, 24
22 NETOPÝR 44	ROSTLINY	12 PAPRIKA, X2, 24
22 SVÍNLUCHA 44	7 PETÚNIE, X2, 14	14 JABLKO, X2, 34
23 ČLOVĚK 46	7 HRÁČEK, X2, 14	14 JABLKO BRAMLEY, X3, 52
27 HLEMÝŽD ZAHRADNÍ 54	7 ČOČKA, X2, 14	20 SÓJA, X2, 40
28 SLON 56	7 ŽITÁ, X2, 14	24 TABÁK, X2, 48
30 KOZA 60	7 PŠENICE JEDNOZNARKA, X2, 14	41 LILIE, X2, 82
32 PÁSOVEC 64		630 KAPRADINA, X2, 1260

Počty chromozomů u některých živočichů a rostlin. Živočichové jsou obvykle diploidní, tedy v každém buněčném jádru mají dvě kopie od každého chromozomu. Kupříkladu netopýři mají otcovské a mateřské kopie 22 chromozomů, takže v každé buňce jich je 44. Rostliny mohou být polyploidní, kdy mají více než dvě kopie, například triploidní (tři kopie, normálně jde o neplodné křížení), tetraploidní (čtyři kopie) či dokonce hexaploidní (šest kopii).



Chromozomy se nacházejí v jádru a jsou tvoreny z DNA. Struktura dvoušroubovice je podobná zkroucenému žebříku a sestává z párů pouhých čtyř bází, adeninu (A), který se vždy váže s thyminem (T), a guaninu (G) s cytosinem (C). DNA tak ukládá informace dvojnosobně binárním (tedy čtyřnásobným) způsobem, kdy každá dvě vlákna jsou identickou kopíí druhého páru. V každém chromozomu je rozmištěno několik tisíc genů a prostor mezi nimi zaplňují dlouhé úsekы repetitivní nekódující DNA.